



Espacenet

Bibliographic data: JP 2004005308 (A)

METHOD OF DIVIDING FLOW SUPPLY OF GAS TO CHAMBER FROM GAS SUPPLY PLANT
EQUIPPED WITH FLOW-CONTROL DEVICE

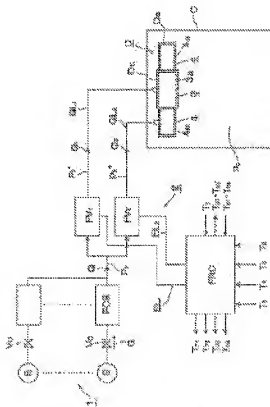
Publication date: 2004-01-08
Inventor(s): SUGIYAMA KAZUHIKO; IKEDA SHINICHI; NISHINO KOJI; DOI RYOSUKE; UENO YAMA TOYOMI +
Applicant(s): TOKYO ELECTRON LTD; FUJIKIN KK +
Classification: - **international:** G05D7/06; H01L21/205; (PC1-7): G05D7/06; H01L21/205
- **European:** G05D7/06F48?
Application number: .JP20020161086 20020603
Priority number(s): JP20020161086 20020603

- JP 3956730 (B2)
- US 2005009904 (A1)
- US 7059363 (B2)
- TW 555756 (B)
- WO 03102707 (A1)
- more

Also published as:

Abstract of JP 2004005308 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately and quickly supply a desirable flow rate Q of this processing gas at a desirable flow ratio $Q<SB>1</SB>/Q<SB>2</SB>$ from a gas supply plant equipped with a flow rate control device.
SOLUTION: Pressure type divided flow rate controllers FV<SB>1</SB> and FV<SB>2</SB> are interposed in a plurality of branch supply lines GL<SB>1</SB> and GL<SB>2</SB>, and opening control of both the divided flow rate controllers FV<SB>1</SB> and FV<SB>2</SB> is started on the basis of the initial flow rate setting signal from a divided flow rate control board FRC for full opening a control valve CV of the pressure type divided flow rate controller having a target flow rate. Downstream side pressure P<SB>3</SB> and P<SB>3</SB> of the control valves CV are respectively adjusted to supply the total quantity $Q = Q<SB>1</SB> + Q<SB>2</SB>$ of the gas into the chamber C at a desirable divided flow rate $Q<SB>1</SB>/Q<SB>2</SB>$ expressed with a formula $Q<SB>1</SB> = C<SB>1</SB> \sqrt{P<SB>3</SB> - P<SB>4</SB>}$ and $Q<SB>2</SB> = C<SB>2</SB> \sqrt{P<SB>3</SB> - P<SB>4</SB>}$ (C<SB>1</SB> and C<SB>2</SB> are constants to be decided on the basis of a cross sectional area of orifice holes and gas temperature in the upstream side of the orifice holes) through the orifice holes 3a and 4a provided in shower plates 3 and 4.
COPYRIGHT © 2004, JPO



Last updated: 26.04.2011 Worldwide Database 5.7.23: 93p

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-5308

(P2004-5308A)

(43) 公開日 平成16年1月8日 (2004. 1. 8)

(51) Int. Cl.⁷G05D 7/06
H01L 21/205

F I

G05D 7/06
H01L 21/205

A

テーマコード (参考)

5F045
5H307

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2002-161086 (P2002-161086)
(22) 出願日 平成14年6月3日 (2002. 6. 3)(71) 出願人 000218967
東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂五丁目3番6号
(71) 出願人 39003867
株式会社アジキン
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号
(74) 代理人 100082474
弁理士 杉本 実夫
(74) 代理人 100084342
弁理士 三木 久巳
(72) 発明者 杉山 一彦
東京都港区赤坂五丁目3番6号 東京エ
レクトロン株式会社内

最終頁に続く

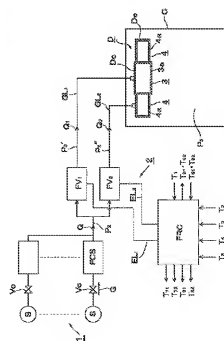
(54) 【発明の名称】 流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流通給方法。

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 流量制御装置を備えたガス供給設備から所定流量 Q の処理用ガスを正確且つ迅速に、所望の流量比 Q_1/Q_2 をもってチャンバー内へ分流通給できるようにする。

【解決手段】 後述の分岐供給ライン GL_1 、 GL_2 に圧方式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 を介設すると共に、流量の大きい方の圧方式分流量制御器のコントロールバルブ CV の開度を全開とする分流量制御器 FR からの初期流量設定信号により、前記両分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の開度制御を開始し、前記コントロールバルブ CV の下流側圧力 P_3' 、 P_3'' をそれぞれ調整することによりシャワープレート3、4に設けたオリフィス孔3a、4aを通して、式 $Q_1 = C_1 P_3'$ 及び $Q_2 = C_2 P_3''$ (但し、 C_1 、 C_2 はオリフィス孔の断面積やオリフィス孔上流側のガス温度により決まる定数)により表わされる所望の分流量 Q_1 、 Q_2 をもって前記チャンバー C 内へ総量 $Q = Q_1 + Q_2$ のガスを分流通給する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

流量制御装置を備えたガス供給設備1から所定流量QのガスGを複数の分岐供給ラインG_{L1}、G_{L2}及びその端末に固定したシャワープレート3、4を通して、チャンバーC内へ所定の流量比Q₁/Q₂をもって分岐供給する方法であって、前記複数の分岐供給ラインG_{L1}、G_{L2}に圧力式分流量制御器FV₁、FV₂を介設すると共に、供給流量の大きい方の圧力式分流量制御器のコントロールバルブCVの開度を全開とする分流量制御値FRCからの初期流量設定信号により、前記両分流量制御器FV₁、FV₂の開度制御を開始し、前記コントロールバルブCVの下流側圧力P₃'、P₃'を夫々調査することによりシャワープレート3、4に設けたオリフィス孔3a、4aを通して、式Q₁=C₁P₃'及びQ₂=C₂P₃'（但しC₁、C₂はオリフィス孔の断面積やオリフィス上流側のガス温度により決まる定数）により表わされる所望の分流量Q₁、Q₂をもって前記チャンバーC内へ総量Q=Q₁+Q₂のガスを分岐供給することを特徴とする流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分岐供給方法。

【請求項2】

CPUを備えた分流量制御値FRCに起動・停止信号入力端子T₂、初期流量設定比信号入力端子T₉、シャワープレートの組合せ識別信号入力端子T₄、各圧力式分流量制御器FV₁、FV₂の制御流量信号出力端子T₇₁・T₇₂、各圧力式分流量制御器FV₁、FV₂の流量設定入力信号と制御流量出力信号との相差により信号を発信する入・出力異常警報出力端子T₉₁・T₉₂を設けると共に、前記シャワープレート3、4の複数の組合せについて、各シャワープレート3、4を流量比Q₁/Q₂をもって総量Q=Q₁+Q₂のガスが流過する際の各圧力式分流量制御器FV₁、FV₂のコントロールバルブCVの下流側圧力P₃'、P₃'を、前記Q₁=C₁P₃'及びQ₂=C₂P₃'の演算式によって複数の総流量Qについて流量比Q₁/Q₂をパラメータとして算出し、供給流量の大きい方の圧力式分流量制御器FV₁への初期流量設定信号をコントロールバルブ全開時の入力信号電圧V₀とするとともに、他方の圧力式分流量制御器FV₂の初期流量設定信号を前記P₃'/P₃'×V₀とし、次に、各シャワープレート3、4の組合せの識別信号を前記入力端子4へ、また前記両圧力式分流量制御器FV₁、FV₂への初期流量設定信号の比P₃'/P₃'を初期流量比設定信号入力端子T₉へ夫々入力したあと、両圧力式分流量制御器FV₁、FV₂の各コントロールバルブCVを全開状態にした状態でガス供給設備1からのガス供給流量Qを所望流量に設定し、次に、前記起動（スタート）信号入力端子T₂へ起動信号を入力し（ステップ5）、起動信号の入力が確認される（ステップ6）と、前記シャワープレートの組合せ識別信号及び前記初期流量設定比信号の存否を確認し（ステップ7）、その後前記初期流量設定比信号から求めた両圧力式分流量制御器FV₁、FV₂の初期流量設定信号V₀・V₀×P₃'/P₃'をステップ的に同比率で減少させ（ステップ8、10）、その時の流量設定入力信号と制御流量出力信号との相差をチェックし（ステップ9）、前記入・出力相差が設定範囲内になれば、各分流量制御器FV₁、FV₂への流量設定信号を入・出力相差が設定範囲内になる一段前のステップ変化時の流量設定信号の値に置き（ステップ11）、引き続き各分流量制御器FV₁、FV₂への流量設定信号を同比率でランプ変化させる（ステップ13、14）と共に入・出力信号の相差を連続的にチェックし（ステップ15）、ランプ変化時の入・出力信号の相差が設定範囲内になれば、その時の流量設定信号を各分流量制御器FV₁、FV₂への流量設定信号として固定・保持し（ステップ16）、当該各流量設定信号の下でガスGの分岐供給をするようにした請求項1に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分岐供給方法。

【請求項3】

流量設定信号のステップ変化を、初期流量設定値（100％）から0、5秒毎に50％、30％、20％、10％及び5％の順にステップ的に両流量設定信号を同比率で減少させるものとした請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへの

ガス分流通給方法。

【請求項4】

流量設定信号のランプ変化を、0.5秒間に両流量設定信号の10%を同比率で減少させるものとした請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガスの分流通給方法。

【請求項5】

入、出力の偏差がある一定時間以上連続して無くなれば、その時の各流量設定信号を各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の流量設定信号として固定・保持するようにした請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流通給方法。

【請求項6】

チャンバーCの内圧を $5 \sim 30 \text{ Torr}$ に、圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の下流側のガス圧を 100 Torr 以下に、総流量 Q を $100 \text{ sccm} \sim 1600 \text{ sccm}$ に、分流量比 Q_1/Q_2 を $1/4$ 、 $1/2$ 、 $1/1$ 、 $2/1$ 、 $3/1$ 及び $4/1$ とするようにした請求項1又は請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流通給方法。

【請求項7】

分流量 Q_1 又は Q_2 の大きい方の圧力式分流量制御器 FV_1 又は FV_2 の初期流量設定信号をそのコントロールバルブCVを全開にするときの電圧入力として共に、当該コントロールバルブCVの全開時の制御電圧入力を 5 v に、また制御電圧範囲を $0 \sim 5 \text{ v}$ とするようにした請求項1又は請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流通給方法。

【請求項8】

分流量制御装置FRCの各端子の入、出力信号をシリアル通信による入、出力信号とするようにした請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流通給方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は半導体製造装置等に於いて使用されるものであり、圧力式流量制御装置を備えたガス供給設備からチャンバーへガスを自動分流通給する方法の改良に関するものである。

【0002】

【従来技術】

半導体製造装置のチャンバーへ供給するガスの流量制御には、所謂圧力式流量制御装置が広く利用されている。

図7はシリコン酸化膜を形成するためのチャンバーへ圧力式流量制御装置FCSを用いて処理用ガスGを供給する場合の一例を示すものであり、真空ポンプVPにより減圧されたチャンバーC内へ圧力式流量制御装置FCSを通して所定流量Qの処理用ガスGが供給され、ガス放出器Dを通して支持装置I上のウェハーHへ流量Qの処理用ガスGが放出されている。

【0003】

一方、前記圧力式流量制御装置FCSは、「限界影響圧力条件 $P_1 > \text{約} 2 \times P_2$ が保持されているとき、オリフィスLを流通するガス流量 Q は、オリフィス上流側のガス圧 P_1 のみによって決まり、 $Q = C P_1$ （ C はオリフィスLの口径やガス温度により決まる定数）なる関係式で表わされる。」ことを利用するものであり、コントロールバルブCVにより前記圧力 P_1 を調整することにより、オリフィス下流側の流量 Q を所望の設定値に保持するようにしている。

尚、図7に於いて P_0 は処理用ガスGの供給圧力、 P_M は圧力計、Fはフィルタ、CPUは演算ユニット、 Q_s は流量設定の入力信号、 Q_e は制御流量の出力信号である。

また、圧力式流量制御装置そのものは特開平8-338546号や特開平11-63265号等により公知であるため、ここではその詳細な説明は省略する。

【0004】

上記圧力式流量制御装置FCSでは、前述の通りオリフィス上流側のガス圧力 P_1 とオリフィス下流側のガス圧力 P_2 とが前記臨界膨張圧力条件の枠内にあることが必須条件となっており、例えばオリフィス上流側のガス圧力 P_1 に比較してオリフィス下流側のガス圧力 P_2 の上昇が大きいと、臨界膨張圧力条件が崩れて流量制御が不能になると言う難点がある。

また、オリフィス下流側の圧力 P_2 が上昇し、 P_1 、 P_2 が前記臨界膨張圧力条件の限界値に近づいてくると、現実には流量制御精度が低下する。そのため、オリフィス下流側の圧力 P_2 が上昇すると、使用可能な流量制御範囲が制約されると言う難点がある。

【0005】

このように、圧力式流量制御装置によるガス流量の制御には、オリフィスLの下流側の圧力 P_2 が上昇したときに様々な問題を生ずると言う難点があるものの、当該圧力式流量制御装置FCSを用いたチャンバーへのガス供給方法は、高精度なガス流量制御を簡単にこなせるうえ、ガス供給源に高精度な圧力調整装置を別に設ける必要が無い。ためガス供給設備費の大幅な引下げが可能となり、優れた実用的効用を有するものである。

【0006】

一方、近年半導体製造に用いるシリコンウエハの外径が大きくなりつつあり、例えばウエハHの外径が300mmφになれば、ウエハの中心部（センター部分）と外周縁部（エッジ部分）への処理ガスの供給量を大きく個別に調整する必要性が生じてくる。

これに対応する方策として、前記センター部分への処理ガスの供給とエッジ部分への処理ガスの供給を図8に示すように夫々別個の供給ライン GL_1 、 GL_2 を用いて行なうようにすれば、圧力式流量制御装置FCSを用いたガス供給ライン GL_1 、 GL_2 であってもガス供給源Sから所定の流量 Q_1 、 Q_2 でもって処理ガスGを問題なく供給することが出来る。

【0007】

しかし、一基のチャンバーCに対して、夫々独立した圧力式流量制御装置FCS $_1$ 、FCS $_2$ を有するガス供給ライン GL_1 、 GL_2 を用いてガスの供給を行なうことは、半導体製造設備の大形化や設備費の高騰を招くだけでなく、メンテナンス等にも手数が掛かることになり、好ましい方策でない。

【0008】

そのため、図9に示すように、一基の圧力式流量制御装置FCSから二系統のガス供給ライン GL_1 、 GL_2 を分岐させ、各ガス供給ライン GL_1 、 GL_2 に設けた流量制御弁 V_1 、 V_2 を調整することにより、各ガス供給ライン GL_1 、 GL_2 の流量 Q_1 、 Q_2 を制御するようにした方式が望ましいことになる。

【0009】

而して、現在汎用されているガス供給設備の圧力式流量制御装置FCSには、一般にオリフィス下流側圧力 P_2 が0~100Torrの範囲で最適状態の使用が可能な流量制御特性のものが多く使用されている。そのため、これ等の圧力式流量制御装置FCSに於いては、前述したようにオリフィス下流側圧力 P_2 が約100Torrを超えると、流量制御精度の点から流量制御範囲が大幅に制限されることになる。

【0010】

例えば、図9に於いて、流量 $Q=300\text{SCCM}$ の処理ガスGを供給ライン GL_1 及び供給ライン GL_2 を通して $Q_1=130\text{SCCM}$ 、 $Q_2=170\text{SCCM}$ の流量でチャンバーCへ供給するとする。もしも、ガス供給設備が圧力式流量制御装置FCSを用いないガス供給設備であれば、先ず両制御弁 V_1 、 V_2 を閉にし、次に流量制御装置の処理ガス流量を $Q=300\text{SCCM}$ に設定したあと、制御弁 V_1 、 V_2 の開度を調整して、自動的に流量計（図示省略）を参照しつつ各流量 Q_1 、 Q_2 を設定値に調整する方法を採用することができる。

【0011】

しかし、ガス供給設備の流量制御装置に、図9のように圧力式流量制御装置FCSが用いられている場合には、両制御弁 V_1 、 V_2 を全閉にした状態で先ず圧力式流量制御装置F

C Sの流量 Q (300SCCM)を設定し、その後、両制御弁 V_1 、 V_2 の開度を調整して各分岐供給ライン GL_1 、 GL_2 の流量 Q_1 (130SCCM)及び Q_2 (170SCCM)を高精度でもって迅速に調整することは可能である。

何故なら、両制御弁 V_1 、 V_2 の開度が低いときには両制御弁 V_1 、 V_2 の上流側圧力 P_2 が上昇し、 P_1/P_2 の値が前記圧力式流量制御装置FCSの限界値から外れる可能性があり、その結果、圧力式流量制御装置FCSによる制御流量 Q そのものが、設定流量($Q=300SCCM$)から大きく異なる流量値となるからである。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、従前の圧力式流量制御装置FCSを備えたガス供給設備からのチャンバーCへのガスの分流供給方法に於いて、圧力式流量制御装置FCSにより調整された一定流量 Q のガス G を、所定の流量 Q_1 、 Q_2 でもって分岐供給ライン GL_1 、 GL_2 へ分流させる場合に生ずる上述の如き問題、即ち単に各分岐供給ライン GL_1 、 GL_2 に介設した流量制御弁 V_1 、 V_2 を全閉(又は深絞り)状態から順次開放して行くと言う制御方法では、圧力式流量制御装置FCSによる制御流量 Q そのものが設定値から大きく外れた流量となる可能性があり、流量 Q のみならず流量 Q_1 、 Q_2 の調整も著しく困難になるうえ、万が一まく調整できたとしても、流量制御精度が低かったり、或いは流量制御に時間が掛かり過ぎると言う問題を解決せんとするものであり、圧力式流量制御装置FCSを備えたガス供給装置からのガスの分流供給であっても、高精度で迅速に、所定流量 Q のガスを任意の流量比 Q_1/Q_2 でもって分岐供給できるようにした、圧力式流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流供給方法を提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明者等は上記課題を解決するため、従前のこの種ガス供給設備からのガスの分流供給制御に於ける常とう手段、即ち分岐ラインに介設した各流量制御弁 V_1 、 V_2 を全閉又は深絞り状態から順次開放して行くと言う方策から発想を全く転換し、両方の流量制御弁 V_1 、 V_2 を全開又は全開に近い状態としたところから両流量制御弁 V_1 、 V_2 を閉鎖方向へ向けて段階的に開度制御することにより、圧力式流量制御装置FCSによって総流量 Q を高精度で流量制御しつつ、各分岐供給ライン GL_1 、 GL_2 の流量 Q_1 、 Q_2 を迅速且つ高精度で所望の流量比 Q_1/Q_2 に調整することを着想すると共に、この着想に基づいて多数のガス分流試験を実施した。

【0014】

本発明は上記着想及び分流試験の結果を基にして創作されたものであり、請求項1の発明は、流量供給装置を備えたガス供給設備1から所定流量 Q のガス G を複数の分岐供給ライン GL_1 、 GL_2 及びその末端に固定したシャワープレート3、4を通して、減圧されたチャンバーC内へ所定の流量比 Q_1/Q_2 でもって分流供給する方法であって、前記複数の分岐供給ライン GL_1 、 GL_2 に圧力式流量制御器 FV_1 、 FV_2 を介設すると共に、流量の大きい方の圧力式流量制御器のコントロールバルブCVの開度を全開とする流量制御装置FRCからの初期流量設定制御信号により、前記両分岐流量制御器 FV_1 、 FV_2 の開度制御を開始し、前記コントロールバルブCVの下流側圧力 P_3' 、 P_3'' を夫々調整することによりシャワープレート3、4に設けたオリフィス孔3a、4aを通して、式 $Q_1 = C_1 \cdot P_3'$ 及び $Q_2 = C_2 \cdot P_3''$ (但し C_1 、 C_2 はオリフィス孔の断面積やオリフィス上流側ガス温度により決まる定数)により表わされる所望の分流量 Q_1 、 Q_2 でもって前記チャンバーC内へ総量 $Q = Q_1 + Q_2$ のガスを分流供給することを発明の基本構成とするものである。

【0015】

請求項2の発明は、請求項1の発明に於いて、CPUを備えた分岐流量制御装置FRCに起動・停止信号入力端子 T_2 、初期流量設定比信号入力端子 T_3 、シャワープレートの組合せ識別信号入力端子 T_4 、各圧力式分岐制御器 FV_1 、 FV_2 の制御流量信号出力端子 T_7 、 T_7' 、 T_7'' 、各圧力式分岐制御器 FV_1 、 FV_2 の流量設定入力信号と制御流量出力信号

との偏差により信号を発信する入・出力異常警報出力端子 T_{91} 、 T_{92} を設けると共に、前記シャワープレート3、4の複数の組合せについて、各シャワープレート3、4を流量比 Q_1 、 Q_2 でもって総量 $Q=Q_1+Q_2$ のガスGが流通する際の各圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 のコントロールバルブC Vの下流側圧力 P_3' 、 P_5' を、前記 $Q_1=C_1 P_3'$ 及び $Q_2=C_2 P_5'$ の演算式によって複数の総流量Qについて流量比 Q_1/Q_2 をパラメータとして算出し、流量の大きい方の圧力式分流量制御器 FV_1 への初期流量設定信号をコントロールバルブ全開時の入力信号電圧 V_0 とするともに、他方の圧力式分流量制御器 FV_2 の初期流量設定信号を前記 $P_3'/P_5' \times V_0$ とし、次に、各シャワープレート3、4の組合せの識別信号を前記入力端子4へ、また前記両圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への初期流量設定信号の比 P_3'/P_5' を初期流量比設定信号入力端子 T_5 へ夫々入力したあと、両圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の各コントロールバルブC Vを全開状態にした状態でガス供給設備1からのガス供給流量Qを所望流量に設定し、次に、前記起動(スタート)信号入力端子 T_2 へ起動信号を入力し(ステップ5)、起動信号の入力が確認される(ステップ6)と、前記シャワープレートの組合せ識別信号及び前記初期流量設定比信号の存否を確認し(ステップ7)、その後前記初期流量設定比信号から求めた両圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の初期流量設定信号 $V_0 \times P_3'/P_5'$ をステップ的に同比率で減少させ(ステップ8、10)、その時の流量設定入力信号と制御流量出力信号との偏差をチェックし(ステップ9)、前記入・出力偏差が設定範囲内になれば、各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への流量設定信号を入・出力偏差が設定範囲内になる一段前のステップ変化時の流量設定信号の値に戻し(ステップ11)、引き続き各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への流量設定信号を同比率でランプ変化させる(ステップ13、14)と共に入・出力信号の偏差を連続的にチェックし(ステップ15)、ランプ変化時の入・出力信号の偏差が設定範囲内になれば、その時の流量設定信号を各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への流量設定信号として固定・保持し(ステップ16)、当該各流量設定信号の下でガスGの分流供給をするようにしたものである。

【0016】

請求項3の発明は、請求項2の発明に於いて、流量設定信号のステップ変化を、初期流量設定値(100%)から0、5秒毎に50%、30%、20%、10%及び5%の順にステップ的に両流量設定信号を同比率で減少させるものとしたものである。

【0017】

請求項4の発明は、請求項2の発明に於いて流量設定信号のランプ変化を、0、5秒間に両流量設定信号の10%を同比率で減少させるものとしたものである。

【0018】

請求項5の発明は、請求項2の発明に於いて、入・出力の偏差がある一定時間以上連続して無くなれば、その時の各流量設定信号を各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の流量設定信号として固定・保持するようにしたものである。

【0019】

請求項6の発明は、請求項1又は請求項2の発明に於いて、圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の下流側のガス圧を100 Torr以下に、総流量Qを100 sccm～1600 sccmに、分流量比 Q_1/Q_2 を1/4、1/2、1/1、2/1、3/1及び4/1とするようにしたものである。

【0020】

請求項7の発明は、請求項1又は請求項2の発明に於いて、分流量 Q_1 又は Q_2 の大きい方の圧力式分流量制御器 FV_1 又は FV_2 の初期流量設定信号をそのコントロールバルブC Vを全開にするときの電圧入力とすると共に、当該コントロールバルブC Vの全開時の制御電圧入力を0Vに、また制御電圧範囲を0～5Vとするようにしたものである。また、請求項8の発明は、請求項2の発明に於いて、分流量制御器FRCの各端子の入・出力信号をシリアル通信による入・出力信号とするようにしたものである。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施形態を説明する。

図1は、本発明に係る圧力式流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンパーへのガス分送供給方法を説明する全体系統図である。

図1に於いて、1はガス供給設備であり、処理用ガスGの供給源Sとガス弁 V_0 と圧力式流量制御装置FCS等から形成されている。

また、2は分流量制御装置であり、圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 及び分流量制御弁FRC等から形成されている。

【0022】

更に、図1に於いて、Cはチャンパー、Dはガス放出器、Dcはセンター部用ガス放出器、Deはエッジ部用ガス放出器、 GL_1 はセンター部用分岐供給ライン、 GL_2 はエッジ部用分岐供給ライン、Qは総ガス流量、 Q_1 、 Q_2 は分流量、 P_2 は圧力式流量制御装置FCSのオリフィス下流側の圧力、 P_3' 、 P_5' は圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の出口側の圧力、 P_3 はチャンパーC内の圧力、3はセンター部用ガス放出器Dcのシャワープレート、3aはシャワープレートに設けたオリフィス孔、4はエッジ部用ガス放出器Deのシャワープレート、4aはシャワープレートに設けたオリフィス孔である。

【0023】

加えて、図1に於いて EL_1 、 EL_2 は分流量制御弁FRCと圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 との信号接続ライン、 T_1 は電源入力端子、 T_2 は起動・停止信号入力端子、 T_3 は初期の流量比設定信号の入力端子、 T_4 はオリフィスプレートの組み合せ識別信号の入力端子、 T_5 は自動零点調整用信号の入力端子、 T_{61} 、 T_{62} は自動零点設定エラー信号の出力端子、 T_{71} 、 T_{72} は制御流量信号の出力端子(P_3' 、 P_5' 相当の出力電圧)、 T_{81} 、 T_{82} は流量設定信号の入力端子、 T_{91} 、 T_{92} は入・出力異常警報の出力端子である。

【0024】

前記ガス供給設備1は、処理用ガス供給源(供給圧力250KPaG以上)S及び前記図7に示した複数の圧力式流量制御装置FCS等から形成されており、圧力式流量制御装置FCSの制御装置(CPU)へ所定の流量設定信号Qsを入力することにより、コントローラバルブCVによってオリフィスLの上流側圧力 P_1 が調整され、オリフィス下流側の流量Qが自動的に設定流量Qsに調整される。

また、制御装置(CPU)からは、調整された流量に対応する制御流量出力信号Qeが出力され、万一、流量設定入力信号Qsと前記制御流量出力信号Qeとの間の偏差が規定時間を越えて設定値をオーバーすれば、図7には図示されていないが、流注するようにCPUから入・出力偏差異常信号が発信される。

【0025】

前記分流量制御装置2は、複数の圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 と、これ等を制御する分流量制御弁FRCと、各圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 に接続されたオリフィスプレート3、4等から形成されている。

尚、図1の実施形態では圧力式分流量制御器を2台としているが、これを2台以上としてもよいことは勿論であり、この場合にはオリフィスプレートの方も当然2枚以上或いは2箇所以上の供給口となる。

【0026】

又、前記圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 は前記図7に示した圧力式流量制御装置FCSの基本構成に於けるオリフィスプレートLを取り除き、その代替としてセンター部用オリフィスプレート3(又はエッジ部用オリフィスプレート4)のオリフィス孔3a(又は4a)を活用するようにしたものである。

即ち、当該圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 は図2に示すような構成になっており、本実施形態に於いてはコントローラバルブCVとして電磁弁駆動型のメタルダイヤフラムバルブが使用されており、流量 Q_1 、 Q_2 が大流量の場合でも容易に対応できるようにしている。

【0027】

尚、上記圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の作動は、流量制御装置 FCS の場合と全く同一であり、図2に於いてチャンバー C 内の圧力 P_3 とセンター部用オリフィスプレート 3 のオリフィス孔 3a より上流側の圧力 P_3' との間 $P_3' > P_3$ の関係が保持されていれば、コントロールバルブ CV によって圧力 P_3' を調整することにより、 $Q_1 = C P_3'$ によって分流量 Q_1 が制御されることになる。尚、C はオリフィス孔 3a の断面積やその形態、ガス温度等から決まる定数である。

【0028】

図2を参照して、前記分流量制御器 FRC は、電源入力端子 T_1 、起動・停止 (両 FV_1 、 FV_2) のコントロールバルブ CV を全開にする) 信号の入力端子 T_2 、初期の流量設定比信号入力端子 T_3 、後述するシャワープレートの組合せ識別番号の入力端子 T_4 、自動零点調整信号の入力端子 T_5 、自動零点調整エラー信号の出力端子 T_{61} 、 T_{62} 、制御流量信号の出力端子 T_{71} 、 T_{72} 、設定流量信号 Q_1 、 Q_2 の入力端子 T_{81} 、 T_{82} 、入・出力異常警報の出力端子 T_{91} 、 T_{92} 等が設けられており、信号接続ライン $E L_1$ 、 $E L_2$ を介して各圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 と接続されている。

【0029】

即ち、前記入力端子 T_2 へ起動信号が入力されると、各圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 は予かじめ設定された初期の設定流量比によって作動する (即ち、後述するように分流量 Q_1 、 Q_2 の大きい方の分流量制御器のコントロールバルブ CV が全開に、他方の分流量制御器のコントロールバルブ CV の開度が全開×予かじめ計算された 1 以下の係数に夫々調整される。)

また、入力端子 T_2 の停止信号が入力されると、両圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 のコントロールバルブ CV は全開状態となる。

更に、前記入力端子 T_2 へ起動信号が入力される前に、一般には自動零点調整信号入力端子 T_5 へ零点調整信号が入力され、両圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の自動零点調整が行なわれる。当該自動零点調整が規定通り実施されない場合には、自動零点調整エラー信号出力端子 T_{61} 、 T_{62} へ警報が出力される。

【0030】

前記初期流量比設定信号入力端子 T_3 へは、各分岐供給ライン GL_1 、 GL_2 への供給流量比 Q_1/Q_2 を基にして、後述する表 1 に記載の各数値を用いて演算した初期流量比設定信号が入力される。

尚、本実施形態では、前記流量比 Q_1/Q_2 は $1/1$ 、 $1/2$ 、 $1/3$ 、 $1/4$ 、 $2/1$ 、 $3/1$ 及び $4/1$ の何れかに設定可能であり、これを基にして演算した初期流量比設定信号が 4 B 1 のデジタル信号の形で入力端子 T_3 へ入力される。尚、流量比 Q_1/Q_2 と初期流量設定比信号とが同一の値でないことは、勿論である。

また、前記表 1 に記載の各数値は、後述するように、各分岐ガス供給ラインの末端に接続されるシャワープレート 3、4 のオリフィス孔 3a・4a の口径やその数から、前記所定の流量 Q_1 、 Q_2 のガス G を放出させるのに必要とするオリフィス孔 3a・4a の上流側の制御圧力 P_3' 、 P_3'' を演算し、その演算した必要とする各上流側制御圧力 P_3' と P_3'' との比 P_3''/P_3' を示すものである。

【0031】

前記端子 T_4 へは各ガス放出器 Dc、De のシャワープレート (オリフィスプレート) 3、4 の組合せを識別表示する信号が入力される。即ち、本実施形態では、前記センター部用シャワープレート 3 として 420 個のオリフィス孔 3a を有するものと、480 個のオリフィス孔 3a を有するものの二種類が用意されている。同様にエッジ部用シャワープレート 4 としてオリフィス孔 4a が 360 個のものと 476 個のものが二種類用意されている。

【0032】

前記シャワープレート 3、4 の組合せとしては 420 個のオリフィス孔 3a を有するシャワープレート 3 と 360 個のオリフィス孔 4a を有するシャワープレート 4 との組合せ (以下パターン 1 と呼ぶ) 及び 480 個のオリフィス孔 3a を有するシャワープレート 3 と

476個のオリフィス孔4aを有するシャワープレート4との組合せ（以下パターン2と呼ぶ）の二種類が子かじめ決められており、前記パターン1及びパターン2を表示する2Bitのデジタル信号が前記端子4へ入力される。

【0033】

前記制御流量出力信号端子 T_{71} ・ T_{72} は、作動中の両圧力式分流量制御器 FV_1 ・ FV_2 の制御流量（実流量） Q_1 ・ Q_2 を表示するための出力端子であり、制御流量（実流量） Q_1 ・ Q_2 が電圧出力（0～5V）の形で出力される。

【0034】

前記流量設定信号入力端子 T_{81} ・ T_{82} は、各分岐供給ライン GL_1 ・ GL_2 へ供給する流量 Q_1 ・ Q_2 に対応する0～5Vの電圧信号の入力端子である。

尚、上流側の圧力式流量制御装置FCSで総流量Qが設定され、且つ端子 T_3 へ流量比 Q_1/Q を基にして演算した初期流量設定比信号が入力されるため、各分流量 Q_1 ・ Q_2 の流量設定信号の大きさは内部のCPUで自動的に演算することが出来る。その結果、前記入力端子 T_{81} ・ T_{82} への流量 Q_1 ・ Q_2 の流量設定信号を子かじめ入力することは現実には不要となるが、万一上流側の圧力式流量制御装置FCSにより総流量Qを高精度で設定出来ない場合や地理用ガス供給源Sから直接に各圧力式分流量制御器 FV_1 ・ FV_2 へガス供給を行なう場合に備え、各圧力式分流量制御器 FV_1 ・ FV_2 に欠乏流量 Q_1 ・ Q_2 を単独で設定できる方がベターである。そのため、前記入力端子 T_{81} ・ T_{82} を設ける方がより望ましい。

【0035】

前記入・出力異常警報出力端子 T_{91} ・ T_{92} は、流量 Q_1 ・ Q_2 の設定流量信号と制御流量信号（実流量 Q_1 ・ Q_2 ）とを対比し、設定流量信号と実際の制御流量信号との間の偏差が所定時間経過後に於いても規定値以上の値であれば、異常信号が発せられる。

尚、上記実施形態に於いては、所定の大きさの入・出力信号を分流量制御装置FRCの各端子に直接入・出力するようにしているが、各端子の入・出力信号をシリアル通信による入・出力信号としてもよいことは勿論である。

【0036】

尚、前記両圧力式分流量制御器 FV_1 ・ FV_2 に於ける分流量の制御は、前述の通りコントロールバルブCVにより、その下流側圧力 P_3' ・ P_5' を調整することにより行なわれており、本実施形態では、流量 Q_1 ・ Q_2 の設定信号（0～5V）と制御圧力 P_3 （ $Torr$ ）と実流量（制御流量）の出力信号（0～5V）との間に、図3の如き特性を備えた圧力式分流量制御器 FV_1 ・ FV_2 が使用されている。

【0037】

また、図4は、センター部用ガス放出器Dcのシャワープレート3として内径0.2mmφのオリフィス孔420個を有するものとエッジ部用ガス放出器Deのシャワープレート4として内径0.2mmφのオリフィス孔360個を有するものを組み合せ使用した場合（パターン1）に於けるトータル流量（全流量）Qとセンター部用の圧力式分流量制御器 FV_1 の制御圧力（ P_3' ）とエッジ部用圧力式分流量制御器 FV_2 の制御圧力（ P_5' ）との関係を、流量比（ $C/E=Q_1/Q_2$ ）をパラメータにして計算した数値をグラフ表示したものであり、例えば $Q_1/Q_2=1$ で $Q=1600$ 、 1200 、 800 、 400 及び $100SCCM$ の場合、センター部側の制御圧力 P_3' とエッジ部側の制御圧力 P_5' との比 P_3'/P_5' の平均値は0.961となる。

【0038】

同様に、図5は、センター部用ガス放出器Dcのシャワープレート3として内径0.2mmφのオリフィス孔480個を有するものとエッジ部用ガス放出器Deのシャワープレート4として内径0.2mmφのオリフィス孔4aを476個を有するものを組み合せ使用した場合（パターン2）に於ける図4と同一の計算値をグラフ表示したものであり、例えば $Q_1/Q_2=1$ で $Q=1600$ 、 1200 、 800 、 400 及び $100SCCM$ の場合、センター部側の制御圧力 P_3' とエッジ部側の制御圧力 P_5' との比 P_3'/P_5' の平均値は0.999となる。

【0039】

尚、表1は、図4及び図5に表示したパターン1及びパターン2に於ける各流量比 Q_1/Q_2 と、センタ部側制御圧力 $P_{g'}$ とエッジ部側制御圧力 $P_{g''}$ の比($P_{g''}/P_{g'}$)との関係を示す計算値をまとめたものである。例えば図1に於いて、使用するシャワープレート3、4の組み合わせをパターン1とし且つ流量比 Q_1/Q_2 を1とした場合にはセンタ部用圧力方式分流量制御器FV₁の制御圧力 $P_{g'}$ とエッジ部圧力方式分流量制御器FV₂の制御圧力 $P_{g''}$ との比 $P_{g''}/P_{g'}$ は計算上0.961になることを示している。また、ここでは、上記Q、 Q_1/Q_2 及び $P_{g''}/P_{g'}$ との関係を下記のコンダクタンスの計算式を用いて演算している。

即ち、管路に流れるガスの流量Qは、 $Q=C \times (P_1 - P_2) \cdots \Delta 1 \blacktriangledown$ 、 $C=1.82 \times D^4 \times (P_1 + P_2) / 2 \times 1 / L \cdots \Delta 2 \blacktriangledown$ として表わされる。但し、Cはコンダクタンス(L/sec)、Dは配管径(cm)、Lは配管長さ(cm)、 P_1 は配管上流圧(Torr)、 P_2 は配管下流圧(Torr)、Qは流量(Torr・L/sec)である。上記 $\Delta 1 \blacktriangledown$ 及び $\Delta 2 \blacktriangledown$ に於いて、Dとしてシャワープレートの外径を、Lとしてシャワープレートの孔の長さを、下流側圧力 P_2 としてチャンバー内圧($P_g=0.015$ Torr)を、流量Qとしてノズル孔1個当りの流量を夫々を用いることにより、シャワープレートの上流側管路の内圧($P_{g'}$ 及び $P_{g''}$)を演算したものである。

【0040】

【表1】

流量比 Q_1 / Q_2	パターン 1	パターン 2	初期の流量比設定
	制御圧力比 P_3 / P_1	制御圧力比 P_3 / P_1	
1/1	0.961	0.999	流量 Q_2 側の FCS V_2 は全開 状態 (初期設定入 力信号 = 5 V)
1/2	0.679	0.705	
1/3	0.557	0.578	
1/4	0.481	0.498	流量 Q_1 側の FCS V_1 は全開 状態 (初期設定入 力信号 = 0 V)
2/1	0.736	0.707	
3/1	0.601	0.579	
4/1	0.520	0.500	

【0041】

以下、本願発明によるチャンバーへのガスの分流通給方法について説明する。図1及び図2を参照。分流量制御装置 FRC の入力端子 T_2 へ起動信号が入力されていない場合には、両圧力式分流量制御装置 FV_1 及び FV_2 のコントロールバルブ CV は全開状態となっている。その結果、ガス供給源 S から、圧力式流量制御装置 FCS により流量 Q に調整されて供給されて来た処理用ガス G は、両分流量制御装置 FV_1 、 FV_2 を通して、各シャワープレート 3、4 のノズル孔 3a、3b の全面積比にほぼ対応した比率で流通する。

【0042】

次に、前記総流量 Q のガス G を所定の比率 $Q_1 : Q_2$ (例えば $Q_1 : Q_2 = 2/1$) で分流通給するためには、先ず各分岐供給ライン GL_1 、 GL_2 の末端に接続されているガス放出器 Dc、De のシャワープレート 3、4 の組合せパターンの識別信号 (パターン 1)

を入力端子 T_4 へ入力すると共に、所望の流量比 Q_1 、 Q_2 から、前記表1に基づいて初期の流量比設定信号を求め、これを入力端子 T_3 へ入力する。

即ち、シャワープレート3、4の組合せパターンがパターン1で且つ分流比 $Q_1/Q_2=2:1$ の場合、センタ側側の圧力式分流量制御器 FV_1 への流量設定信号は表1から5-1、0.00/5=0Vとなり、またエッジ側の圧力式分流量制御器 FV_2 の初期流量設定信号は表1から5-0、7.36/5=1.32Vとなる。従って、この場合には、初期流量設定比信号として、入力端子 T_3 へ0/1、3.2が入力される。

【0043】

尚、本実施形態では、すなわち表1を用いて両圧力式分流量制御器へ入力する初期流量設定比を導出し、これを入力端子 T_3 へ入力するようにしているが、流量設定信号入力端子 T_{B1} 、 T_{B2} を設けてこれに分流流量 Q_1 、 Q_2 を夫々入力すると共に、内部のCPUにすなわち表1のデータを記憶させておき、CPU内で前記初期流量設定比0/1、3.2を演算させるようにしてもよい。

また、分流供給の開始前に自動零点調整用信号を入力端子 T_5 へ加え、各圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の自動零点調整が行われることは勿論である。

【0044】

図6を参照して、スタート（ステップ5）操作によって起動（スタート）信号が端子 T_2 へ加えられると、スタート信号の存否が確認される（ステップ6）。スタート信号の入力が確認されると、端子4へ入力されたシャワープレートの組合せ識別信号（パターン信号）の存否並びに端子3へ入力された初期流量設定比信号の存否が確認される（ステップ7）。

【0045】

初期流量設定比信号の入力が確認されると、当該初期流量設定比信号のステップ状態が開始される（ステップ8）。

即ち、初期流量設定比信号が端子 T_3 へ入力されると（本実施例の場合、初期流量設定比の値が0、7.36であって、 FV_1 の初期流量設定値=0V、 FV_2 の初期流量設定値=1.325V）、各圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 へ初期流量設定値が入力され、両圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 が初期流量設定値に応じた流量のガスを流送すると共に、その時の流量に対応する制御流量出力信号を端子 T_{71} 、 T_{72} へ出力する。

【0046】

当該各圧力式分流量制御器の制御流量出力信号はステップ9でその流量設定入力信号と対比され、入・出力信号の間に偏差があるか否かがチェックされる。

【0047】

入・出力信号の間の偏差が所定時間の間設定値を越えていると、各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への流量設定信号をステップ状に同じ比率で減少させる（ステップ10）。具体的には、高流量 Q_2 側の分流量制御器 FV_1 側への流量設定信号の入力値を100%→50%→30%→20%→10%→5%、0.5秒の割合でステップ的に減少させると共に、低流量 Q_1 側の分流量制御器 FV_2 への流量設定信号入力と同じ流量比になるように調整する。

即ち、本実施例では、初期流量比設定値が0.736（3.68/5）（前記 FV_2 の初期流量設定値=0（5-5=0）V、 FV_2 の初期流量設定値=1.32（5-3.68=1.32）V）であり、前記各初期流量設定値0（5-5=0）V、1.32（5-3.68=1.32）Vが同じ比率で50%→30%→20%→10%→5%/0.5秒の割合でステップ状に増加され、第1段の50%変化により、初期流量比設定は2.5（5-5×0.5=2.5）、3.16（5-2.5×0.736=3.16）に増加され、その後0.5秒経過毎に3.5（5-5×0.3）/3.896（5-1.5×0.736）（第2段）、4.0（5-5×0.2）/4.264（5-1×0.736）（第3段）、4.5（5-5×0.1）/4.632（5-0.5×0.736）（第4段）、4.75（5-5×0.05）/4.816（5-0.25×0.736）（第5段）の順にステップ状変化が繰り返される。

【0048】

前記流量設定信号入力のステップ状変化により、ステップ9の入・出力信号の偏差が設定範囲内の値になると、ステップ11で各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への設定流量信号の入力値が、一段前のステップ変化の信号入力値に戻され、再度入・出力信号の偏差の存在がチェックされる（ステップ12）。

尚、前記ステップ9の入・出力信号の偏差が、約0.5秒間に亘ってフルスケール（即ち5V）の3%に相当する値を超える場合には、偏差の異常があると判断され、次段階のステップ状変化が行なわれる。

【0049】

前記ステップ12で入・出力信号間の偏差の存在が確認されると、引き続きその時の流量設定信号から、各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への流量設定信号入力を同じ比率でランプ変化させる（ステップ13）ランプ制御が開始される。

当該流量設定信号のランプ変化は、具体的には高流量 Q_1 側の分流量制御器 FV_1 への流量設定信号入力を10%/0.5秒のランプ変化で変動させると共に、低流量 Q_2 側の分流量制御器 FV_2 への流量設定信号入力を同一比率で連続的に減少させ（ステップ14）、ランプ変化後の流量切低信号入力とその時の制御流量信号出力との間の偏差をステップ15でチェックする。

【0050】

例えば、前記実施例において、ステップ10の第4段（即ち、流量設定比4.5/4.632）に於いて入・出力間の偏差が無くなったとすると、各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への流量設定信号がステップ10の第3段（流量設定比4.0/4.264）の状態に一旦戻され、圧力式分流量制御器 FV_1 への流量設定入力を4.0V及び圧力式分流量制御器 FV_2 への流量設定入力を4.264Vとした（ステップ11）うえ、再度ステップ12において入・出力信号間の偏差の存在が確認されたあと、ステップ13に於いて流量設定信号のランプ変化が開始され、前記圧力式分流量制御器 FV_1 への流量設定信号入力4.0Vが0.5V/0.5secの割合でランプ変化されると共に、圧力式分流量制御器 FV_2 への流量設定信号入力4.264Vも0.5V/0.736=0.368V/0.5secの割合で減少される。

【0051】

前記ランプ変化された流量設定信号入力とその時の制御流量信号出力との偏差がステップ15でチェックされ、両者の間の偏差が連続して一定時間の間、例えば0.1秒間無くなれば（即ち、規定値以下になれば）、ステップ16に於いて各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への設定流量信号入力が、ステップ14の時の流量設定入力信号値に夫々固定・保持される。

【0052】

そして、最後にステップ17に於いて、前記固定・保持した設定流量信号の入力の存在が確認され、これによってガス供給源Sからの原料ガス（流量Q）を分流供給するための各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の自動分流量制御が完了する。即ち、ガス供給源Sからの所定流量Qの原料ガスGは、所定の流量比 Q_{11}/Q_2 に分流され、ガス放出器Dc、Deを通してチャンパーC内ウエハーHへ供給されていく。

【0053】

【発明の効果】

本発明に於いては、圧力式流量制御装置FCSを備えたガス供給設備からの流量Qの処理用ガスGを圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 を通して圧力チャンパーC内へ分流供給すると共に、分流量の大きい方の圧力式分流量制御器のコントロールバルブCVの開度を全開とする分流量制御器FRCからの初期流量設定信号によって圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の流量制御を開始すると共に、前記各コントロールバルブCVの下流側圧 P_3 、 P_3' を調整することによりチャンパーC内に設けたシャワープレート3、4のオリフス孔3a、4aを活用し、両圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の流量 Q_1 、 Q_2 を $Q_1 = C_1 \cdot P_3'$ 、 $Q_2 = C_2 \cdot P_3'$ （但し、 C_1 、 C_2 は定数）で表わされる分流量で

もって、流量 Q の処理用ガス G を分流供給する構成としている。

その結果、本発明に於いては、圧方式流量制御装置 FCS を備えたガス供給設備1からの処理用ガスであっても、分流時に圧方式流量制御装置 FCS のオリフィス下流側の圧力 P_1 が大幅に上昇することが皆無となり、結果として総流量 Q を圧方式分流量制御装置 FV_1 、 FV_2 による分流制御と無関係に正確に所望流量値に制御することが可能となる。

【0054】

また、本発明ではチャンバーC内に設けたシャワープレート3、4のオリフィス孔3a、4aを有効に圧方式分流量制御装置 FV_1 、 FV_2 の構成材料として活用し、両圧方式分流量制御装置 FV_1 、 FV_2 を実質的に圧方式流量制御装置 FCS と同一のものとしているため、本方法発明の実施が極めて容易にしかも安価な設備費でもって行なえる。

【0055】

更に、本発明方法発明にあっては、初期流量設定信号によって、流量の大きい方の圧方式分流量制御装置のコントロールバルブを全開に、また他方の圧方式分流量制御装置のコントロールバルブの開度を全開 $\times \alpha$ (α は最終流量比 Q_2/Q_1 に応じて予め算定した計算上の開度比率 P_3''/P_3')として分流量制御を開始し、前記流量設定信号を先ずステップ状に変化させ分流量比 Q_1/Q_2 の相調移を行なうと共に、入・出力信号間の偏差が規定内に納まると引き続き1段前のステップ調整の流量設定信号に戻したところから流量設定信号をランプ状に変化させ、流量設定入力信号と制御流量出力信号との対比を行なって、両入・出力信号間の偏差が所定時間内に設定値以下となった場合に、各流量設定信号を両圧方式分流量制御装置 FV_1 、 FV_2 への最終的な流量設定信号として固定保持す構成としている。

その結果、本方法発明に於いては、極めて迅速且つ正確に、しかも数多くの流量比 Q_2/Q_1 について、両圧方式分流量制御装置 FV_1 、 FV_2 による分流制御を行なうことが可能となる。

本発明は上述の通り優れた実用的効用を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る流量制御装置を備えたガス供給装置によるチャンバーへのガス分流供給方法を説明する全体系統図である。

【図2】圧方式分流量制御装置 FV_1 の構成図である。

【図3】圧方式分流量制御装置 FV_1 の流量設定信号と流量制御圧力及び流量出力信号の関係を示す特性曲線である。

【図4】図1の分流供給に於いて、使用するシャワープレート3、4の組合せをパターン1とした場合の、両圧方式分流量制御装置の流量制御圧力(P_3' 、 P_3'')と全流量 Q と分流量比 Q_1/Q_2 との関係を示す線図(計算値)である。

【図5】使用するシャワープレート3、4の組合せをパターン2とした場合の、図4と同一の関係を示す線図(計算値)である。

【図6】チャンバーへのガスの分流供給方法を説明する圧方式流量制御装置によるガスの分流制御のフローチャートである。

【図7】従前の圧方式流量制御装置 FCS を用いたチャンバーCへの処理ガスの供給方法を示す説明図である。

【図8】単独のガス供給源Sから複数の圧方式流量制御装置を用いてチャンバーCへ処理ガスを分流供給する場合の、説明図である。

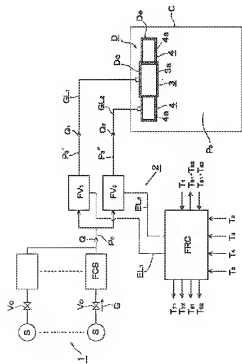
【図9】圧方式流量制御装置を備えたガス供給源から、制御弁を用いてチャンバーCへ処理ガスを分流供給する場合の説明図である。

【符号の説明】

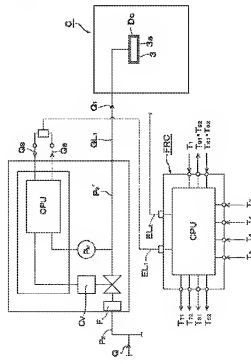
1はガス供給設備、Sは処理用ガス供給源、 V_0 はガス元弁、 FCS は圧方式流量制御装置、 G は処理用ガス、2は分流量制御装置、 FV_1 は圧方式分流量制御装置(N01分流量制御装置)、 FV_2 は圧方式分流量制御装置(N02分流量制御装置)、 FRC は分流量制御装置、Cはチャンバー、Iはガス放出器、Dcはセンター部用ガス放出器、3はセンター部用シャワープレート、3aはオリフィス孔、Deはエッジ用ガス放出器、4はエッジ部用シ

ヤワープレート、4aはオリフィス孔、 GL_1 はセンター部用分岐供給ライン、 GL_2 はエッジ部用分岐供給ライン、 Q は總ガス流量、 Q_1 は分流量、 Q_2 は分流量、 E_{L_1} ・ E_{L_2} は信号接続ライン、 T_1 は電源入力端子(DC15V)、 T_2 は起動・停止信号入力端子、 T_3 は初期の流量設定比信号の入力端子(4ビット入力)、 T_4 はシャワープレート・の組合せ識別信号入力端子(2ビット)、 T_5 は自動零点調整用信号の入力端子、 T_{61} ・ T_{62} は自動零点設定エラー信号の出力端子、 T_{71} ・ T_{72} は制御流量信号出力端子、 T_{81} ・ T_{82} は流量設定信号入力端子、 T_{91} ・ T_{92} は入・出力異常警報出力端子、5はスタート(起動)のステップ、6はスタート信号の確認のステップ、7はバターン識別信号及び初期流量設定信号の確認のステップ、8は流量設定信号のステップ変化の開始のステップ、9は入・出力信号の偏差の判別ステップ、10は流量設定信号のステップ状態減少のステップ、11は一段前の流量設定信号への切替へのステップ、12は入・出力信号の偏差の判別ステップ、13は流量設定信号のランプ変化の開始のステップ、14は流量設定信号のランプ変化のステップ、15は入・出力信号の偏差の判別ステップ、16は流量設定信号の保持ステップ、17は流量設定信号の保持確認ステップ。

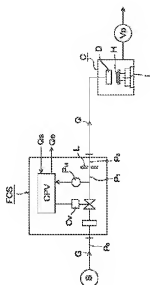
【図1】



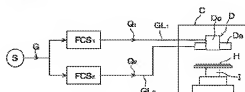
【図2】



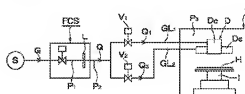
【図7】



【図8】



【図9】



【手続補正書】

【提出日】平成14年6月10日(2002.6.10)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 流量制御装置を備えたガス供給設備1から所定流量 Q のガス G を複数の分岐供給ライン GL_1 、 GL_2 及びその端部に固定したシャワープレート3、4を通して、チャンバーC内へ所定の流量比 Q_1/Q_2 でもって分岐供給する方法であって、前記複数の分岐供給ライン GL_1 、 GL_2 に圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 を介設すると共に、供給流量の大きい方の圧力式分流量制御器のコントロールバルブCVの開度を全開とする分流量制御器FRCからの初期流量設定信号により、前記両分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の開度制御を開始し、前記コントロールバルブCVの下流側圧力 P_3' 、 P_3'' を夫々調整することによりシャワープレート3、4に設けたオリフィス孔3a、4aを通して、式 $Q_1 = C_1 \cdot P_3'$ 及び $Q_2 = C_2 \cdot P_3''$ （但し C_1 、 C_2 はオリフィス孔の断面積やオリフィス上流側のガス温度により決まる定数）により表わされる所望の分流量 Q_1 、 Q_2 でもって前記チャンバーC内へ総量 $Q = Q_1 + Q_2$ のガスを分岐供給することを特徴とする流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分岐供給方法。

【請求項2】 CPVを備えた分流量制御器FRCに起動・停止信号入力端子 T_2 、初期流量設定比信号入力端子 T_3 、シャワープレートの組合せ識別信号入力端子 T_4 、各圧方式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の制御流量信号出力端子 T_{V1} 、 T_{V2} 、各圧方式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の流量設定入力信号と制御流量出力信号との偏差により信号を発信する入

・出力異常警報出力端子 T_{91} 、 T_{92} を設けると共に、前記シャワープレート3、4の複数の組合せについて、各シャワープレート3、4を流比 Q_1/Q_2 でもって総量 $Q=Q_1+Q_2$ のガスGが流通する際の各圧方式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 のコントロールバルブFVの下流側圧力 P_3' 、 P_3'' を、前記 $Q_1=C_1P_3'$ 及び $Q_2=C_2P_3''$ の演算式によって複数の総流量Qについて流比 Q_1/Q_2 をパラメータとして算出し、供給流量の大きい方の圧方式分流量制御器 FV_1 への初期流量設定信号をコントロールバルブ全開時の入力信号電圧 V_0 とするとともに、他方の圧方式分流量制御器 FV_2 の初期流量設定信号を前記 $P_3''/P_3' \times V_0$ とし、次に、各シャワープレート3、4の組合せの識別信号を前記入力端子4へ、また前記両圧方式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への初期流量設定信号の比 P_3''/P_3' を初期流量比設定信号入力端子 T_5 へ入力したあとと、両圧方式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の各コントロールバルブCVを全開状態にした状態でガス供給設備1からのガス供給流量Qを所望流量に設定し、次に、前記起動（スタート）信号入力端子 T_7 へ起動信号を入力し（ステップ5）、起動信号の入力が確認される（ステップ6）と、前記シャワープレートの組合せ識別信号及び前記初期流量設定比信号の存在を確認し（ステップ7）、その後前記初期流量設定比信号から求めた両圧方式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の初期流量設定信号 V_0 、 $V_0 \times P_3''/P_3'$ をステップ的に同比率で増加させ（ステップ8、10）、その時の流量設定入力信号と制御流量出力信号との偏差をチェックし（ステップ9）、前記入出力偏差が設定範囲内になれば、各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への流量設定信号を入出力偏差が設定範囲内になる一段前のステップ変化時の流量設定信号の値に戻し（ステップ11）、引き続き各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への流量設定信号を同比率でランプ変化させる（ステップ13、14）と共に入出力信号の偏差を連続的にチェックし（ステップ15）、ランプ変化時の入出力信号の偏差が設定範囲内になれば、その時の流量設定信号を各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への流量設定信号として固定・保持し（ステップ16）、当該各流量設定信号の下でガスGの分流通供給をするようにした請求項1に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流通供給方法。

【請求項3】流量設定信号のステップ変化を、初期流量設定値（100%）から0、5秒毎に50%、30%、20%、10%及び5%の順にステップ的に両流量設定信号を同比率で増加させるものとした請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流通供給方法。

【請求項4】流量設定信号のランプ変化を、0、5秒間に両流量設定信号の10%を同比率で増加させるものとした請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガスの分流通供給方法。

【請求項5】入出力の偏差がある一定時間以上連続して無くなれば、その時の各流量設定信号を各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の流量設定信号として固定・保持するようにした請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流通供給方法。

【請求項6】チャンバーCの内圧を $5 \sim 30$ Torrに、圧方式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の下流側のガス圧を100 Torr以下に、総流量 Q を $100 \text{ sccm} \sim 1600 \text{ sccm}$ に、分流量比 Q_1/Q_2 を $1/4$ 、 $1/2$ 、 $1/1$ 、 $2/1$ 、 $3/1$ 及び $4/1$ とするようにした請求項1又は請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流通供給方法。

【請求項7】分流量 Q_1 又は Q_2 の大きい方の圧方式分流量制御器 FV_1 又は FV_2 の初期流量設定信号をそのコントロールバルブCVを全開にするときの電圧入力とすると共に、当該コントロールバルブCVの全開時の制御電圧入力 V_0 に、また制御電圧範囲を $0 \sim 5$ Vとするようにした請求項1又は請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流通供給方法。

【請求項8】分流量制御装置FRCの各端子の入出力信号をシリアル通信による入出力信号とするようにした請求項2に記載の流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分流通供給方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は半導体製造装置等に於いて使用されるものであり、圧力式流量制御装置を備えたガス供給設備からチャンバーへガスを自動分流通給する方法の改良に関するものである。

【0002】

【従来技術】

半導体製造装置のチャンバーへ供給するガスの流量制御には、所謂圧力式流量制御装置が広く利用されている。

図7はシリコン酸化膜を形成するためのチャンバーCへ圧力式流量制御装置FCSを用いて処理用ガスGを供給する場合の一例を示すものであり、真空ポンプVPにより減圧されたチャンバーC内へ圧力式流量制御装置FCSを通して所定流量Qの処理用ガスGが供給され、ガス放出器Vを通して支持装置1上のウェハHへ流量Qの処理用ガスGが放出されている。

【0003】

一方、前記圧力式流量制御装置FCSは、「臨界影響圧力条件 $P_1 > 約2 \times P_2$ 」が保持されているとき、オリフィスLを流通するガス流量Qは、オリフィス上流側のガス圧力 P_1 のみによって決まり、 $Q = C P_1$ （CはオリフィスLの口径やガス温度により決まる定数）なる関係式で表わされる。」ことを利用するものであり、コントロールバルブCVにより前記圧力 P_1 を調整することにより、オリフィス下流側の流量Qを所望の設定値に保持するようにしている。

尚、図7に於いて P_0 は処理用ガスGの供給圧力、 P_0 は圧力計、Fはフィルタ、CPUは演算ユニット、 Q_s は流量設定の入力信号、 Q_e は制御流量の出力信号である。

また、圧力式流量制御装置そのものは特開平8-338546号や特開平11-63265号等により公知であるため、ここではその詳細な説明は省略する。

【0004】

上記圧力式流量制御装置FCSでは、前述の通りオリフィス上流側のガス圧力 P_1 とオリフィス下流側のガス圧力 P_2 とが前記臨界影響圧力条件の枠内にあることが必須条件となっており、例えばオリフィス上流側のガス圧力 P_1 に比較してオリフィス下流側のガス圧力 P_2 の上昇が大きいと、臨界影響圧力条件が崩れて流量制御が不能になると言う観点がある。

また、オリフィス下流側の圧力 P_2 が上昇し、 P_1 / P_2 が前記臨界影響圧力条件の限界値に近づいてくると、現実には流量制御精度が低下する。そのため、オリフィス下流側の圧力 P_2 が上昇すると、使用可能な流量制御範囲が制約されると言う観点がある。

【0005】

このように、圧力式流量制御装置によるガス流量の制御には、オリフィスLの下流側の圧力 P_2 が上昇したときに様々な問題を生ずると言う観点があるものの、当該圧力式流量制御装置FCSを用いたチャンバーへのガス供給方法は、高精度なガス流量制御を簡単に行なえるうえ、ガス供給側に高精度な圧力調整装置を別に設ける必要が無いためガス供給設備費の大幅な引下げが可能となり、優れた実用的効用を有するものである。

【0006】

一方、近年半導体製造に用いるシリコンウェハの外径が大きくなりつつあり、例えばウェハHの外径が300mmφになれば、ウェハの中心部（センター部分）と外周縁部（エッジ部分）への処理ガスの供給量を夫々個別に調整する必要が生じてくる。これに対応する方策として、前記センター部分への処理ガスの供給とエッジ部分への処理ガスの供給を図8に示すように大々別個の供給ライン GL_1 、 GL_2 を用いて行うようにすれば、圧力式流量制御装置FCSを用いたガス供給ライン GL_1 、 GL_2 であってもガス供給源Sから所定の流量 Q_1 、 Q_2 でもって処理用ガスGを問題なく供給することが出来る。

【0007】

しかし、一基のチャンバーCに対して、夫々独立した圧力式流量制御装置FCS₁、FCS₂を有するガス供給ラインGL₁、GL₂を用いてガスの供給を行うことは、半導体製造設備の大形化や設備費の高騰を招くだけでなく、メンテナンス等にも手数が掛かることになり、好ましい方策でない。

【0008】

そのため、図9に示すように、一基の圧力式流量制御装置FCSから二系統のガス供給ラインGL₁、GL₂を分岐させ、各ガス供給ラインGL₁、GL₂に設けた流量制御弁V₁、V₂を調整することにより、各ガス供給ラインGL₁、GL₂の流量Q₁、Q₂を制御するようにした方式が望ましいことになる。

【0009】

而して、現在汎用されているガス供給設備の圧力式流量制御装置FCSには、一般にオリフィス下流側圧力P₂が0～100 Torrの範囲で最適状態の使用が可能な流量制御特性のものが多く使用されている。そのため、これ等の圧力式流量制御装置FCSに於いては、前述したようにオリフィス下流側圧力P₂が約100 Torrを超えると、流量制御精度の点から流量制御範囲が大幅に制限されることになる。

【0010】

例えば、いま図9に於いて、流量Q=300 SCCMの処理ガスGを供給ラインGL₁及び供給ラインGL₂を通してQ₁=130 SCCM、Q₂=170 SCCMの流量でチャンバーCへ供給するとする。もしも、ガス供給設備が圧力式流量制御装置FCSを用いないガス供給設備であれば、まず両制御弁V₁、V₂を閉にし、次に流量制御装置の処理ガス流量をQ=300 SCCMに設定したあと、制御弁V₁、V₂の開度を調整して、自動的又は流量計（図示省略）を参照しつつ各流量Q₁、Q₂を設定値に調整する方法を採用することができる。

【0011】

しかし、ガス供給設備の流量制御装置に、図9のように圧力式流量制御装置FCSが用いられている場合には、両制御弁V₁、V₂を全閉にした状態で先ず圧力式流量制御装置FCSの流量Q（300 SCCM）を設定し、その後、両制御弁V₁、V₂の開度を調整して各分岐供給ラインGL₁、GL₂の流量Q₁（130 SCCM）及びQ₂（170 SCCM）を高精度でもって迅速に調整することは困難である。

何故なら、両制御弁V₁、V₂の開度が低いときには両制御弁V₁、V₂の上流側圧力P₂が上昇し、P₁/P₂の値が前記圧力式流量制御装置FCSの限界値から外れる可能性があり、その結果、圧力式流量制御装置FCSによる制御流量Qそのものが、設定流量（Q=300 SCCM）から大きく異なる流量値となるからである。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、従前の圧力式流量制御装置FCSを備えたガス供給設備からのチャンバーCへのガスの分岐供給方法に於いて、圧力式流量制御装置FCSにより調整された一定流量QのガスGを、所定の流量Q₁、Q₂でもって分岐供給ラインGL₁、GL₂へ分岐させる場合に生ずる上述の如き問題、即ち単に各分岐供給ラインGL₁、GL₂に介した流量制御弁V₁、V₂を全開（又は深絞り）状態から順次開放して行くと云う制御方法では、圧力式流量制御装置FCSによる制御流量Qそのものが設定値から大きく外れた流量となる可能性があり、流量Qのみならず流量Q₁、Q₂の調整も著しく困難になるうえ、万うまく調整できたとしても、流量制御精度が低かったり、或いは流量制御に時間がかかり過ぎると云う問題を解決せんとするものであり、圧力式流量制御装置FCSを備えたガス供給装置からのガスの分岐供給であっても、高精度で迅速に、所定流量Qのガスを任意の流量比Q₁、Q₂でもって分岐供給できるようにした、圧力式流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンバーへのガス分岐供給方法を提供するための発明である。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明者等は上記課題を解決するため、従前のこの種ガス供給設備からのガスの分岐供

給制御に於ける常とう手段、即ち分岐ラインに介設した各流量制御弁 V_1 、 V_2 を全閉又は深絞り状態から順次開放して行くと言う方案から先想を全く転換し、両方の流量制御弁 V_1 、 V_2 を全閉又は全開に近い状態としたところから両流量制御弁 V_1 、 V_2 を閉鎖方向へ向けて段階的に閉鎖制御することにより、圧力式流量制御装置FCSによって総流量 Q を高精度で流量制御しつつ、各分岐供給ライン GL_1 、 GL_2 の流量 Q_1 、 Q_2 を迅速且つ高精度で所望の流量比 Q_1/Q_2 に調整することを着想すると共に、この着想に基づいて多数のガス分岐試験を実施した。

【0014】

本願発明は上記着想及び分岐試験の結果を基にして創作されたものであり、請求項1の発明は、流量供給装置を備えたガス供給設備1から所定流量 Q のガス G を複数の分岐供給ライン GL_1 、 GL_2 及びその端末に固定したシャワープレート3、4を通して、減圧されたチャンバーC内へ所定の流量比 Q_1/Q_2 でもって分岐供給する方法であって、前記複数の分岐供給ライン GL_1 、 GL_2 に圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 を介すると共に、流量の大きい方の圧力式分流量制御器のコントロールバルブCVの開度を全開とする分流量制御器FRCからの初期流量設定制御信号により、前記両分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の開度制御を開始し、前記コントロールバルブCVの下流側圧力 P_3' 、 P_3'' を夫々調整することによりシャワープレート3、4に設けたオリフィス孔3a、4aを通して、式 $Q_1 = C_1 P_3'$ 及び $Q_2 = C_2 P_3''$ （但し C_1 、 C_2 はオリフィス孔の断面積やオリフィス上流側のガス温度により決まる定数）により表わされる所望の分流量 Q_1 、 Q_2 でもって前記チャンバーC内へ総量 $Q = Q_1 + Q_2$ のガスを分岐供給することを発明の基本構成とするものである。

【0015】

請求項2の発明は、請求項1の発明に於いて、CPUを備えた分流量制御器FRCに起動・停止信号入力端子 T_1 、初期流量設定比信号入力端子 T_3 、シャワープレートの組合せ識別信号入力端子 T_4 、各圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の制御流量信号出力端子 T_1' 、 T_2' 、各圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の流量設定入力信号と制御流量出力信号との偏差により信号を発信する入・出力異常警報出力端子 T_9 、 T_{10} を設けると共に、前記シャワープレート3、4の複数の組合せについて、各シャワープレート3、4を流量比 Q_1/Q_2 でもって流量 $Q = Q_1 + Q_2$ のガス G が流過する際の各圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 のコントロールバルブCVの下流側圧力 P_3' 、 P_3'' を、前記 $Q_1 = C_1 P_3'$ 及び $Q_2 = C_2 P_3''$ の演算式によって複数の総流量 Q について流量比 Q_1/Q_2 をパラメータとして算出し、流量の大きい方の圧力式分流量制御器 FV_1 への初期流量設定信号をコントロールバルブ全開時の入力信号電圧 V_0 とするとともに、他方の圧力式分流量制御器 FV_2 の初期流量設定信号を前記 $P_3''/P_3' \sim V_0$ とし、次に、各シャワープレート3、4の組合せの識別信号を前記入力端子4へ、また前記両圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への初期流量設定信号の比 P_3''/P_3' を初期流量比設定信号入力端子 T_5 へ夫々入力したあと、両圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の各コントロールバルブCVを全開状態にした状態でガス供給設備1からのガス供給流量 Q を所望流量に設定し、次に、前記起動（スタート）信号入力端子 T_1 へ起動信号を入力し（ステップ5）、起動信号の入力が確認される（ステップ6）と、前記シャワープレートの組合せ識別信号及び前記初期流量設定比信号の存否を確認し（ステップ7）、その後前記初期流量設定比信号から求めた両圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の初期流量設定信号 V_0 、 $V_0 \times P_3''/P_3'$ をステップ的に同比率で増加させ（ステップ8、10）、その時の流量設定入力信号と制御流量出力信号との偏差をチェックし（ステップ9）、前記入・出力偏差が設定範囲内になれば、各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への流量設定信号を入・出力偏差が設定範囲内になる一段前のステップ変化時の流量設定信号の値に戻し（ステップ11）、引き続き各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への流量設定信号を同比率でランパ変化させる（ステップ13、14）と共に入・出力信号の偏差を連続的にチェックし（ステップ15）、ランパ変化時の入・出力信号の偏差が設定範囲内になれば、その時の流量設定信号を各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への流量設定信号として固定・保持し（ステップ16）、当該

各流量設定信号の下でガスGの分流供給をするようにしたものである。

【0016】

請求項3の発明は、請求項2の発明に於いて、流量設定信号のステップ変化を、初期流量設定値（100%）から0、5秒毎に50%、30%、20%、10%及び5%の順にステップ的に両流量設定信号を同比率で増加させるものとしたものである。

【0017】

請求項4の発明は、請求項2の発明に於いて流量設定信号のランプ変化を、0、5秒間に両流量設定信号の10%を同比率で増加させるものとしたものである。

【0018】

請求項5の発明は、請求項2の発明に於いて、入・出力の偏差がある一定時間以上連続して無くなれば、その時の各流量設定信号を各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の流量設定信号として固定・保持するようにしたものである。

【0019】

請求項6の発明は、請求項1又は請求項2の発明に於いて、圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の下流側のガス圧を100 Torr以下に、総流量 Q を100 sccm〜1600 sccmに、分流量比 Q_1/Q_2 を $1/4$ 、 $1/2$ 、 $1/1$ 、 $2/1$ 、 $3/1$ 及び $4/1$ とするようにしたものである。

【0020】

請求項7の発明は、請求項1又は請求項2の発明に於いて、分流量 Q_1 又は Q_2 の大きい方の圧力式分流量制御器 FV_1 又は FV_2 の初期流量設定信号をそのコントロールバルブにVを全開にするときの電圧入力すると共に、当該コントロールバルブCVの全開時の制御電圧入力を0Vに、また制御電圧範囲を0〜5Vとするようにしたものである。また、請求項8の発明は、請求項2の発明に於いて、分流量制御盤FRCの各端子の入・出力信号をシリアル通信による入・出力信号とするようにしたものである。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施形態を説明する。

図1は、本発明に係る圧力式流量制御装置を備えたガス供給設備からのチャンパーへのガス分流供給方法を説明する全体系統図である。

図1に於いて、1はガス供給設備であり、処理用ガスGの供給源Sとガス弁 V_0 と圧力式流量制御装置FCS等から形成されている。

また、2は分流量制御装置であり、圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 及び分流量制御盤FRC等から形成されている。

【0022】

更に、図1に於いて、Cはチャンパー、Dはガス放出器、Dcはセンター部用ガス放出器、Deはエッジ部用ガス放出器、 GL_1 はセンター部用分岐供給ライン、 GL_2 はエッジ部用分岐供給ライン、 Q は総ガス流量、 Q_1 ・ Q_2 は分流量、 P_2 は圧力式流量制御装置FCSのオリフィス下流側の圧力、 $P_{3''}$ ・ $P_{3'}$ は圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の出力側の圧力、 P_3 はチャンパーC内の圧力、3はセンター部用ガス放出器Dcのシャワープレート、3aはシャワープレートに設けたオリフィス孔、4はエッジ部用ガス放出器Deのシャワープレート、4aはシャワープレートに設けたオリフィス孔である。

【0023】

加えて、図1に於いて EL_1 ・ EL_2 は分流量制御盤FRCと圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 との信号接続ライン、 T_1 は電源入力端子、 T_2 は起動・停止信号入力端子、 T_3 は初期の流量比設定信号の入力端子、 T_4 はオリフィスプレートの組み合せ識別信号の入力端子、 T_5 は自動零点調整用信号の入力端子、 T_{61} ・ T_{62} は自動零点設定エラー信号の出力端子、 T_{71} ・ T_{72} は制御流量信号の出力端子（ $P_{3''}$ ・ $P_{3'}$ 相当の出力電圧）、 T_{81} ・ T_{82} は流量設定信号の入力端子、 T_{91} ・ T_{92} は入・出力異常警報の出力端子である。

【0024】

前記ガス供給設備1は、処理用ガス供給源（供給圧力250KPaG以上）S及び前記図7に示した複数の圧力式流量制御装置FCS等から形成されており、圧力式流量制御装置FCSの制御装置（CPU）へ所定の流量設定信号Qsを入力することにより、コントロールバルブCVによってオリフィスLの上流側圧力P₁が調整され、オリフィス下流側の流量Qが自動的に設定流量Qsに調整される。

また、制御装置（CPU）からは、調整された流量に対応する制御流量出力信号Qeが出力され、万一、流量設定入力信号Qsと前記制御流量出力信号Qeとの間の偏差が規定時間を越えて設定値をオーバーすれば、図7には図示されていないが、後述するようにCPUから入出力偏差異常信号が発信される。

【0025】

前記分流量制御装置2は、複数の圧力式分流量制御器FV₁、FV₂と、これ等を制御する分流量制御器FRCと、各圧力式分流量制御器FV₁、FV₂に接続されたオリフィスプレート3、4等から形成されている。

尚、図1の実施形態では圧力式分流量制御器を2台としているが、これを2台以上としてもよいことは勿論であり、この場合にはオリフィスプレートの方も当然2枚以上或いは2個所以上の供給口となる。

【0026】

又、前記圧力式分流量制御器FV₁、FV₂は前記図7に示した圧力式流量制御装置FCSの基本構成に於けるオリフィスプレートLを取り除き、その代替としてセンター部用オリフィスプレート3（又はエッジ用オリフィスプレート4）のオリフィス孔3a（又は4a）を活用するようにしたものである。

即ち、当該圧力式分流量制御器FV₁、FV₂は図2に示すような構成になっており、本実施態様に於いてはコントロールバルブCVとして電磁弁駆動型のメタルダイヤフラムバルブが使用されており、流量Q₁、Q₂が大流量の場合でも容易に対応できるようにしている。

【0027】

尚、上記圧力式分流量制御器FV₁、FV₂の作動は、流量制御装置FCSの場合と全く同一であり、図2に於いてチャンバーC内の圧力P₃とセンター部用オリフィスプレート3のオリフィス孔3aより上流側の圧力P₃'との間にP₃' > 2P₃の関係が保持されていれば、コントロールバルブCVによって圧力P₃'を調整することにより、Q₁ = CP₃'^{1/2}によって分流量Q₁が制御されることになる。尚、Cはオリフィス孔3aの断面積やその形態、ガス温度等から決まる定数である。

【0028】

図2を参照して、前記分流量制御器FRCは、電源入力端子T₁、起動・停止（両FV₁、FV₂）のコントロールバルブCVを全開にする）信号の入力端子T₂、初期の流量設定比信号入力端子T₃、後述するシャワープレートの組合せ識別番号の入力端子T₄、自動零点調整信号の入力端子T₅、自動零点調整エラー信号の出力端子T₆₁、T₆₂、制御流量信号の出力端子T₇₁、T₇₂、設定流量信号Q₁、Q₂の入力端子T₈₁、T₈₂、入・出力異常警報の出力端子T₉₁、T₉₂等が設けられており、信号接続ラインE₁、E₂を介して各圧力式流量制御器FV₁、FV₂と接続されている。

【0029】

即ち、前記入力端子T₂へ起動信号が入力されると、各圧力式分流量制御器FV₁、FV₂は予め設定された初期の設定流量比によって作動する（即ち、後述するように分流量Q₁、Q₂の大きい方の分流量制御器のコントロールバルブCVが全開に、他方の分流量制御器のコントロールバルブCVの開度が全開×かじり計算された1以下の係数に夫々調整される。）

また、入力端子T₂の停止信号が入力されると、両圧力式分流量制御器FV₁、FV₂のコントロールバルブCVは全開状態となる。

更に、前記入力端子T₂へ起動信号が入力される前に、一般には自動零点調整信号入力端子T₅へ零点調整信号が入力され、両圧力式分流量制御器FV₁、FV₂の自動零点調整

が行なわれる。当該自動零点調整が規定通り実施されない場合には、自動零点調整エラー信号出力端子 T_{61} ・ T_{62} へ警報が出力される。

【0030】

前記初期流量比設定信号入力端子 T_5 へは、各分岐供給ライン GL_1 、 GL_2 への供給流量比 Q_1/Q_2 を基にして、後述する表1に記載の各数値を用いて演算した初期流量比設定信号が入力される。

尚、本実施形態では、前記流量比 Q_1/Q_2 は $1/1$ 、 $1/2$ 、 $1/3$ 、 $1/4$ 、 $2/1$ 、 $3/1$ 及び $4/1$ の何れかに設定可能であり、これを基にして演算した初期流量比設定信号が4ビットのデジタル信号の型で入力端子 T_5 へ入力される。尚、流量比 Q_1/Q_2 と初期流量設定比信号とが同一の値でないことは、勿論である。

また、前記表1に記載の各数値は、後述するように、各分岐ガス供給ラインの末端に接続されるシャワープレート3、4のオリフィス孔3a・4aの口径やその数から、前記所定の流量 Q_1 、 Q_2 のガスGを放出させるのに必要とするオリフィス孔3a・4aの上流側の制御圧力 $P_{3'}$ 、 $P_{4'}$ を演算し、その演算した必要とする各上流側制御圧力 $P_{3'}$ と $P_{4'}$ との比 $P_{3'}/P_{4'}$ を示すものである。

【0031】

前記端子 T_4 へは各ガス放出器Dc、Deのシャワープレート（オリフィスプレート）3、4の組合せを識別表示する信号が入力される。即ち、本実施形態では、前記センター部用シャワープレート3として420個のオリフィス孔3aを有するものと、480個のオリフィス孔3aを有するものの二種類が用意されている。同様にエッジ部用シャワープレート4としてオリフィス孔4aが360個のものと476個のものが二種類用意されている。

【0032】

前記シャワープレート3、4の組合せとしては420個のオリフィス孔3aを有するシャワープレート3と360個のオリフィス孔4aを有するシャワープレート4との組合せ（以下パターン1と呼ぶ）及び480個のオリフィス孔3aを有するシャワープレート3と476個のオリフィス孔4aを有するシャワープレート4との組合せ（以下パターン2と呼ぶ）の二種類が予め決められており、前記パターン1及びパターン2を表示する2ビットのデジタル信号が前記端子4へ入力される。

【0033】

前記制御流量出力信号端子 T_{71} ・ T_{72} は、作動中の両圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の制御流量（実流量） Q_1 、 Q_2 を表示するための出力端子であり、制御流量（実流量） Q_1 、 Q_2 が電圧出力（0～5V）の型で出力される。

【0034】

前記流量設定信号入力端子 T_{81} ・ T_{82} は、各分岐供給ライン GL_1 、 GL_2 へ供給する流量 Q_1 、 Q_2 に対応する0～5Vの電圧信号の入力端子である。

尚、上流側の圧力式流量制御装置FCSで総流量Qが設定され、且つ端子 T_5 へ流量比 Q_1/Q_2 を基にして演算した初期流量設定比信号が入力されるため、各分岐流量 Q_1 、 Q_2 の流量設定信号の大きさは内部のCPUで自動的に演算することが出来る。その結果、前記入力端子 T_{81} ・ T_{82} への流量 Q_1 、 Q_2 の流量設定信号を予め入力することは現実には不要となるが、万一上流側の圧力式流量制御装置FCSにより総流量Qを高精度で設定出来ない場合や地理用ガス供給源から直接に各圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 へガス供給を行なう場合に備え、各圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 に夫々流量 Q_1 、 Q_2 を単独で設定できる方がベターである。そのため、前記入力端子 T_{81} ・ T_{82} を設ける方がより望ましい。

【0035】

前記入・出力異常警報出力端子 T_{91} ・ T_{92} は、流量 Q_1 、 Q_2 の設定流量信号と制御流量信号（実流量 Q_1 、 Q_2 ）とを対比し、設定流量信号と実際の制御流量信号との間の偏差が所定時間経過後に於いても規定値以上の値であれば、異常信号が发せられる。

尚、上記実施形態に於いては、所定の大きさの入・出力信号を分流量制御装置FRCの各端

子に直接入・出力するようにしているが、各端子の入・出力信号をシリアル通信による入・出力信号としてもよいことは勿論である。

【0036】

尚、前記両圧方式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 に於ける分流量の制御は、前述の通りコントロールバルブCVにより、その下流側圧力 P_3' 、 P_3'' を調整することにより行なわれており、本実施形態では、流量 Q_1 、 Q_2 の設定信号(0~5V)と制御圧力 P_3 (Torr)と実流量(制御流量)の出力信号(0~5V)との間に、図3の如き特性を備えた圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 が使用されている。

【0037】

また、図4は、センター部用ガス放出器Dcのシャワープレート3として内径0.2mmφのオリフィス孔420個を有するものとエッジ部用ガス放出器Deのシャワープレート4として内径0.2mmφのオリフィス孔360個を有するものを組み合せ使用した場合(パターン1)に於けるトータル流量(全流量)Qとセンター部の圧力式分流量制御器 FV_1 の制御圧力(P_3')とエッジ部用圧力式分流量制御器 FV_2 の制御圧力(P_3'')との関係を、流量比($C/E=Q_1/Q_2$)をパラメータにして計算した数値をグラフで表示したものであり、例えば $Q_1/Q_2=1$ で $Q=1600$ 、1200、800、400及び100SCCMとした場合、センター部側の制御圧力 P_3' とエッジ部側の制御圧力 P_3'' との比 P_3'/P_3'' の平均値は0.961となる。

【0038】

同様に、図5は、センター部用ガス放出器Dcのシャワープレート3として内径0.2mmφのオリフィス孔480個を有するものとエッジ部用ガス放出器Deのシャワープレート4として内径0.2mmφのオリフィス孔4aを476個を有するものを組み合せ使用した場合(パターン2)に於ける図4と同一の計算値をグラフ表示したものであり、例えば $Q_1/Q_2=1$ で $Q=1600$ 、1200、800、400及び100SCCMの場合、センター部側の制御圧力 P_3' とエッジ部側の制御圧力 P_3'' との比 P_3'/P_3'' の平均値は0.999となる。

【0039】

尚、表1は、図4及び図5に表示したパターン1及びパターン2に於ける各流量比 Q_1/Q_2 と、センター部制御圧力 P_3' とエッジ部制御圧力 P_3'' の比(P_3'/P_3'')との関係を示す計算値をまとめたものである。例えば図1に於いて、使用するシャワープレート3、4の組み合せをパターン1とし且つ流量比 Q_1/Q_2 を1とした場合にはセンター部用圧力式分流量制御器 FV_1 の制御圧力 P_3' とエッジ部圧力式分流量制御器 FV_2 の制御圧力 P_3'' との比 P_3'/P_3'' は計算上0.961になることを示している。

また、ここでは、上記 Q_1/Q_2 及び P_3'/P_3'' との関係を下記のコンダクタンスの計算式を用いて演算している。

即ち、管路に流れるガスの流量Qは、 $Q=C \times (P_1 - P_2) \cdots \Delta 1 \nabla$ 、 $C=182 \times D^4 \times (P_1 + P_2) / 2 \times 1 / L \cdots \Delta 2 \nabla$ として表わされる。但し、Cはコンダクタンス(L・sec)、Dは配管径(cm)、Lは配管長さ(cm)、 P_1 は配管上流圧(Torr)、 P_2 は配管下流圧(Torr)、Qは流量(Torr・L・sec)である。上記 $\Delta 1 \nabla$ 及び $\Delta 2 \nabla$ に於いて、Dとしてシャワープレートのオリフィス孔の外径を、Lとしてシャワープレートのオリフィス孔の長さを、下流側圧力 P_2 としてチャンバー内圧($P_3=0.015$ Torr)を、流量Qとしてオリフィス孔1個当たりの流量を夫々を用いることにより、シャワープレートの上流側管路の内圧(P_3' 及び P_3'')を演算したものである。

【0040】

【表1】

流量比 Q_1 / Q_2	パターン 1	パターン 2	初期の流量比設定
	制御圧力比 P_3' / P_3''		
1/1	0.961	0.999	流量 Q_2 側の FCSV ₂ は全開 状態 (初期設定入 力信号 = 5 V)
1/2	0.679	0.705	
1/3	0.557	0.578	
1/4	0.481	0.498	
2/1	0.736	0.707	流量 Q_1 側の FCSV ₁ は全開 状態 (初期設定入 力信号 = 0 V)
3/1	0.601	0.579	
4/1	0.520	0.500	

【0041】

以下、本願発明によるチャンバーへのガスの分流供給方法について説明する。図1及び図2を参照。分流量制御装置ERCの入力端子T₂へ起動信号が入力されていない場合には、両圧力式分流量制御装置FV₁及びFV₂のコントロールバルブCVは全閉状態となっている。その結果、ガス供給源Sから、圧力式流量制御装置FCSにより流量Qに調整されて供給されて来た処理用ガスGは、両分流量制御装置FV₁、FV₂を通して、各シャワープレート3、4のノズル孔3a、3bの全面積比にほぼ対応した比率で流通する。

【0042】

次に、前記総流量QのガスGを所定の比率 Q_1 / Q_2 （例えば $Q_1 / Q_2 = 2 / 1$ ）で分流供給するためには、まず各分流供給ラインGL₁、GL₂の末端に接続されているガス放出口Dc、Deのシャワープレート3、4の組合せ（パターンの識別信号（パターン1））を入力端子T₄へ入力すると共に、所望の流量比 Q_1 / Q_2 から、前記表1に基づいて初期の流量比設定信号を求め、これを入力端子T₃へ入力する。

即ち、シャワープレート3、4の組合せパターンがパターン1で且つ分流量 Q_1 、 $Q_2 = 2/1$ の場合、センター側の圧力式分流量制御器 FV_1 への流量設定信号は表1から $5 - 1, 0 \cdot 0 \cdot 0 \times 5 = 0 \text{ V}$ となり、またエッジ側の圧力式分流量制御器 FV_2 の初期流量設定信号は表1から $5 - 0, 7 \cdot 3 \cdot 6 \times 5 = 1, 3 \cdot 2 \text{ V}$ となる。従って、この場合には、初期流量設定比信号として、入力端子 T_3 へ $0/1, 3 \cdot 2$ が入力される。

【0043】

尚、本実施形態では、予じめ表1を用いて両圧力式分流量制御器へ入力する初期流量設定比を演算し、これを入力端子 T_3 へ入力するようにしているが、流量設定信号入力端子 T_{B1} 、 T_{B2} を設けてこれに分流量 Q_1 、 Q_2 を夫々入力すると共に、内部のCPUに予じめ表1のデータを記憶させておき、CPU内で前記初期流量設定比 $0/1, 3 \cdot 2$ を演算させるようにしてもよい。

また、分流供給の開始前に自動零点調整用信号を入力端子 T_5 へ加え、各圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の自動零点調整が行なわれることは勿論である。

【0044】

図6を参照して、スタート（ステップ5）操作によって起動（スタート）信号が端子 T_2 へ加えられると、スタート信号の存在が確認される（ステップ6）。スタート信号の入力が確認されると、端子4へ入力されたシャワープレートの組合せ識別信号（パターン信号）の存在並びに端子3へ入力された初期流量設定比信号の存在が確認される（ステップ7）。

【0045】

初期流量設定比信号の入力が確認されると、当該初期流量設定比信号のステップ状変化が開始される（ステップ8）。

即ち、初期流量設定比信号が端子 T_3 へ入力されると（本実施例の場合、初期流量設定比の値が $0, 7 \cdot 3 \cdot 6$ であって、 FV_1 の初期流量設定値 $=0 \text{ v}$ 、 FV_2 の初期流量設定値 $=1, 3 \cdot 2 \text{ v}$ ）、各圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 へ初期流量設定値が入力され、両圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 が初期流量設定値に応じた流量のガスを流通させると共に、その時の流量に対応する制御流量出力信号を端子 T_{71} 、 T_{72} へ出力する。

【0046】

当該各圧力式分流量制御器の制御流量出力信号はステップ9でその流量設定入力信号と対比され、入・出力信号の間に偏差があるか否かがチェックされる。

【0047】

入・出力信号の間の偏差が所定時間の間だけ設定値を越えていると、各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への流量設定信号をステップ状に同じ比率で増加させる（ステップ10）。具体的には、高流量 Q_1 側の分流量制御器 FV_1 側の流量設定信号の入力値を $1 \cdot 0 \cdot 0 \% \rightarrow 5 \cdot 0 \% \rightarrow 2 \cdot 0 \% \rightarrow 1 \cdot 0 \% \rightarrow 5 \cdot 0 \%$ 、5秒の割合でステップ的に増加させると共に、低流量 Q_2 側の分流量制御器 FV_2 への流量設定信号入力値を同じ流量比になるように調整する。

即ち、本実施例では、初期流量比設定値が $0, 7 \cdot 3 \cdot 6$ （ $3, 6 \cdot 8/5$ ）（前記 FV_1 の初期流量設定値 $=0$ （ $5-5=0$ ） v 、 FV_2 の初期流量設定値 $=1, 3 \cdot 2$ （ $5-3, 6 \cdot 8=1, 3 \cdot 2$ ） V ）であり、前記各初期流量設定値 0 （ $5-5=0$ ） v 、 $1, 3 \cdot 2$ （ $5-3, 6 \cdot 8=1, 3 \cdot 2$ ） v が同じ比率で $5 \cdot 0 \% \rightarrow 3 \cdot 0 \% \rightarrow 2 \cdot 0 \% \rightarrow 1 \cdot 0 \% \rightarrow 5 \cdot 0 \%$ 、5秒の割合でステップ状に増加され、第1段の $5 \cdot 0 \%$ 変化により、初期流量比設定は $2, 5$ （ $5-5 \times 0, 5=2, 5$ ） $\div 3, 1 \cdot 6$ （ $5-2, 5 \div 0, 7 \cdot 3 \cdot 6=3, 1 \cdot 6$ ）に増加され、その後0, 5秒経過毎に $3, 5$ （ $5-5 \div 0 \cdot 3$ ） $\div 3, 8 \cdot 9 \cdot 6$ （ $5-1, 5 \div 0, 7 \cdot 3 \cdot 6$ ）（第2段）、 $4, 0$ （ $5-5 \div 0, 2$ ） $\div 4, 2 \cdot 6 \cdot 4$ （ $5-1 \times 0, 7 \cdot 3 \cdot 6$ ）（第3段）、 $4, 5$ （ $5-5 \times 0, 1$ ） $\div 4, 6 \cdot 3 \cdot 2$ （ $5-0, 5 \div 0, 7 \cdot 3 \cdot 6$ ）（第4段）、 $4, 7 \cdot 5$ （ $5-5 \times 0, 0 \cdot 5$ ） $\div 4, 8 \cdot 1 \cdot 6$ （ $5-0, 2 \cdot 5 \div 0, 7 \cdot 3 \cdot 6$ ）（第5段）の順にステップ状変化が繰り返される。

【0048】

前記流量設定信号入力のステップ状変化により、ステップ9の入・出力信号の偏差が設定

範囲内の値になると、ステップ11で各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への設定流量信号の入力値が、一段前のステップ変化の信号入力値に戻され、再度入・出力信号の偏差の存在がチェックされる(ステップ12)。

尚、前記ステップ9の入・出力信号の偏差が、約0.5秒間に亘ってフルスケール(即ち5V)の3%に相当する値を越える場合には、偏差の異常があると判断され、次段階のステップ状態変化が行なわれる。

【0049】

前記ステップ12で入・出力信号間の偏差の存在が確認されると、引き続きその時の流量設定信号から、各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への流量設定信号入力と同じ比率でランプ変化させる(ステップ13)ランプ制御が開始される。

当該流量設定信号のランプ変化は、具体的には高流量 Q_1 側の分流量制御器 FV_1 への流量設定信号入力を10%/0.5秒のランプ変化で変動させると共に、低流量 Q_2 側の分流量制御器 FV_2 への流量設定信号入力を同一比率で連続的に増加させ(ステップ14)、ランプ変化後の流量切低信号入力とその時の制御流量信号出力との間の偏差をステップ15でチェックする。

【0050】

例えば、前記実施例において、ステップ10の第4段(即ち、流量設定比4.5%/4.632)に於いて入・出力間の偏差が無くなったとすると、各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への流量設定信号がステップ10の第3段(流量設定比4.0%/4.264)の状態に一旦戻され、圧力式分流量制御器 FV_1 への流量設定入力を4.0V及び圧力式分流量制御器 FV_2 への流量設定入力を4.264Vとした(ステップ11)うえ、再度ステップ12において入・出力信号間の偏差の存在が確認されたあと、ステップ13に於いて流量設定信号のランプ変化が開始され、前記圧力式分流量制御器 FV_1 への流量設定信号入力4.0Vが0.5V/0.5secの割合でランプ変化されると共に、圧力式分流量制御器 FV_2 への流量設定信号入力4.264Vも0.5V/0.736=0.368V/0.5secの割合で増加される。

【0051】

前記ランプ変化された流量設定信号入力とその時の制御流量信号出力との偏差がステップ15でチェックされ、両者の間の偏差が連続して一定時間の間、例えば0.1秒間無くなれば(即ち、規定値以下になれば)、ステップ16に於いて各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 への設定流量信号入力が、ステップ14の時の流量設定入力信号値に夫々固定・保持される。

【0052】

そして、最後にステップ17に於いて、前記固定・保持した設定流量信号の入力の存在が確認され、これによってガス供給源Sからの原料ガス(流量Q)を分流量供給するための各分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の自動分流量制御が完了する。

即ち、ガス供給源Sからの所定流量Qの原料ガスGは、所定の流量比 Q_1/Q_2 で分送され、ガス放出口Dc、Deを通してチャンバーC内ウエハーHへ供給されていく。

【0053】

【発明の効果】

本発明に於いては、圧力式流量制御装置FCsを備えたガス供給設備からの流量Qの処理用ガスGを圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 を通して圧力チャンバーC内へ分流量供給すると共に、分流量の大きい方の圧力式分流量制御器のコントロールバルブCVの開度を全開とする分流量制御器FRCからの初期流量設定信号によって圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の流量制御を開始すると共に、前記各コントロールバルブCVの下流側圧力 P_3 、 P_3' を調整することによりチャンバーC内に設けたシャワープレート3、4のオリフィス4.3a、4.4aを活用し、両圧力式分流量制御器 FV_1 、 FV_2 の流量 Q_1 、 Q_2 を $Q_1=C_1P_3'$ 、 $Q_2=C_2P_3'$ (但し、 C_1 、 C_2 は定数)で表わされる分流量をもって、流量Qの処理用ガスGを分流量供給する構成としている。

その結果、本発明に於いては、圧力式流量制御装置FCsを備えたガス供給設備1からの

処理用ガスであっても、分流時に圧力式流量制御装置FCSのオリフィス下流側の圧力 P_{F} が大幅に上昇することが皆無となり、結果として総流量 Q を圧力式流量制御装置 FV_1 、 FV_2 による分流制御と無関係に正確に所望流量値に制御することが可能となる。

【0054】

また、本発明ではチャンバーC内に設けたシャワープレート3、4のオリフィス孔3a、4aを有効に圧力式流量制御装置 FV_1 、 FV_2 の構成材料として活用し、両圧力式流量制御装置 FV_1 、 FV_2 を実質的に圧力式流量制御装置FCSと同一のものとしているため、本方法発明の実施が極めて容易にしかも安価な設備費でもって行なえる。

【0055】

更に、本発明方法発明にあつては、初期流量設定信号によって、流量の大きい方の圧力式流量制御装置のコントロールバルブを全開に、また他方の圧力式流量制御装置のコントロールバルブの開度を全開 $\times \alpha$ (α は最終流量比 Q_2/Q_1 に応じてあらかじめ算定した計算上の開度比率 $P_{S''}/P_{S'}$)として流量制御を開始し、前記流量設定信号を先ずステップ状に変化させ分流比 Q_1/Q_2 の粗調整を行なうと共に、入・出力信号間の偏差が規定内に納まると引き続き1段階のステップ調整の流量設定信号に戻したところから流量設定信号をランパ状に変化させ、流量設定入力信号と制御流量出力信号との対比を行なうて、入・出力信号間の偏差が所定時間内に設定値以下となった場合に、各流量設定信号を両圧力式流量制御装置 FV_1 、 FV_2 への最終的な流量設定信号として固定保持す構成としている。

その結果、本方法発明に於いては、極めて迅速且つ正確に、しかも数多くの流量比 Q_2/Q_1 について、両圧力式流量制御装置 FV_1 、 FV_2 による分流制御を行なうことが可能となる。

本発明は上述の通り優れた実用的効用を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る流量制御装置を備えたガス供給装置によるチャンパーへのガス分流供給方法を説明する全体系統図である。

【図2】圧力式流量制御装置 FV_1 の構成図である。

【図3】圧力式流量制御装置 FV_2 の流量設定信号と流量制御圧力及び流量出力信号の関係を示す特性曲線である。

【図4】図1の分流供給に於いて、使用するシャワープレート3、4の組合せをパターン1とした場合の、両圧力式流量制御装置の流量制御圧力($P_{S'}$ 、 $P_{S''}$)と全流量 Q と分流比 Q_1/Q_2 との関係を示す様図(計算値)である。

【図5】使用するシャワープレート3、4の組合せをパターン2とした場合の、図4と同一の関係を示す様図(計算値)である。

【図6】チャンパーへのガスの分流供給方法を説明する圧力式流量制御装置によるガスの分流制御のフローチャートである。

【図7】従前の圧力式流量制御装置FCSを用いたチャンパーCへの処理ガスの供給方法を説明する図である。

【図8】単独のガス供給源Sから複数の圧力式流量制御装置を用いてチャンパーCへ処理ガスを分流供給する場合の、説明図である。

【図9】圧力式流量制御装置を備えたガス供給源から、調節弁を用いてチャンパーCへ処理ガスを分流供給する場合の説明図である。

【符号の説明】

1はガス供給設備、Sは処理用ガス供給源、 V_0 はガス元弁、FCSは圧力式流量制御装置、Gは処理用ガス、2は流量制御装置、 FV_1 は圧力式流量制御装置(N \circ 1流量制御装置)、 FV_2 は圧力式流量制御装置(N \circ 2流量制御装置)、FRCは流量制御装置、Cはチャンパー、Dはガス放出口、D \circ はセンター部用ガス放出口、3はセンター部用シャワープレート、3aはオリフィス孔、Deはエッジ部用ガス放出口、4はエッジ部用シャワープレート、4aはオリフィス孔、GL $_1$ はセンター部用分岐供給ライン、GL $_2$ はエッジ部用分岐供給ライン、Qは総ガス流量、 Q_1 は分流流量、 Q_2 は分流流量、E、L $_1$

・E L₂ は信号接続ライン、T₁ は電源入力端子 (DC15V)、T₂ は起動・停止信号入力端子、T₃ は初期の流量設定比信号の入力端子 (4ビット入力)、T₄ はシャワーブレードの組合せ識別信号入力端子 (2ビット)、T₅ は自動零点調整用信号の入力端子、T_{6 1}・T_{6 2} は自動零点設定エラー信号の出力端子、T_{7 1}・T_{7 2} は制御流量信号出力端子、T_{8 1}・T_{8 2} は流量設定信号入力端子、T_{9 1}・T_{9 2} は入・出力異常警報出力端子、5はスタート (起動) のステップ、6はスタート信号の確認のステップ、7はパターン識別番号及び初期流量設定信号の確認のステップ、8は流量設定信号のステップ変化の開始のステップ、9は入・出力信号の偏差の判別ステップ、10は流量設定信号のステップ状減少のステップ、11は一段前の流量設定信号への切換へのステップ、12は入・出力信号の偏差の判別ステップ、13は流量設定信号のランプ変化の開始のステップ、14は流量設定信号のランプ変化のステップ、15は入・出力信号の偏差の判別ステップ、16は流量設定信号の保持ステップ、17は流量設定信号の保持確認ステップ

(72)発明者 池田 信一
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内

(72)発明者 西野 功二
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内

(72)発明者 土肥 亮介
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内

(72)発明者 上野山 豊己
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号 株式会社フジキン内

ドターム(参考) 5P045 BP02 DP03 BE12 BE17 EP05 EP09 GB15

5H307 AA20 BB01 CC11 DD01 DD12 EE02 ES02 FF08 FF12 GG09

JJ01 KK08